



Universidade do Minho  
Instituto de Educação

Centro de Investigação em Educação



ATAS

## Encontro sobre Educação em Ciências através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas

Centro de Investigação em Educação  
Instituto de Educação – Universidade do Minho

Braga

12 de outubro de 2013

## **FICHA TÉCNICA**

### **Título**

Atas do Encontro sobre Educação em Ciências através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas

### **Organização**

Laurinda Leite  
Ana Sofia Afonso  
Luís Dourado  
Sofia Morgado  
Teresa Vilaça

### **ISBN**

978-989-8525-26-0

### **Edição**

Centro de Investigação em Educação  
Instituto de Educação - Universidade do Minho  
Campus de Gualtar - Braga, Portugal

### **Tiragem**

150 Exemplares  
Braga, outubro de 2013

### **Apoios**

Universidade do Minho | Instituto de Educação | Departamento de Estudos Integrados de Literacia, Didática e Supervisão | Centro de Investigação em Educação | Fundação para a Ciência e a Tecnologia | Sociedade Portuguesa de Química | Padarias e pastelarias Cristo Rei | Grupo Nabeiro – Delta Cafés

## COMISSÕES E SECRETARIADO

### Comissão Científica

- Ana Sofia Afonso, Universidade do Minho
- António Neto, Universidade de Évora
- Cecília Galvão, Universidade de Lisboa
- Clara Vasconcelos, Universidade do Porto
- Laurinda Leite, Universidade do Minho
- Luís Dourado, Universidade do Minho
- Maria Arminda Pedrosa, Universidade de Coimbra
- Teresa Vilaça, Universidade do Minho

### Comissão Organizadora

- Laurinda Leite (Coordenadora)
- Ana Sofia Afonso
- Luís Dourado
- Teresa Vilaça

### Secretariado

- Sofia Morgado
- Luísa Jesus-Leibovitz
- Carla Joana Carvalho

## APRESENTAÇÃO

O Encontro sobre Educação em Ciências através da Aprendizagem das Ciências Baseada na Resolução de Problemas é a primeira reunião científica, de dimensão nacional, centrada numa abordagem didática que, em inglês, é conhecida por *Problem-Based Learning* (PBL) e que teve origem nas Ciências da Saúde, nos anos 60 do século passado. A ideia-chave desta abordagem é que o aluno aprende conhecimentos novos e desenvolve competências diversificadas resolvendo problemas.

O Encontro integra-se no âmbito do projeto Educação em Ciências para a Cidadania através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (PTDC/CPE-CED/108197/2008), iniciado em 2010, financiado pela FCT e coordenado pela Universidade do Minho, tendo como instituições parceiras as Universidades de Coimbra e do Porto.

Pretendendo constituir-se como um fórum de divulgação de investigação e de partilha de experiências na área da Educação em Ciências através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP), os objetivos específicos deste Encontro são: divulgar investigação em Resolução de Problemas e em ABRP, centrada nas Ciências Físicas e Naturais; analisar o potencial integrador da Educação em Ciências através da ABRP; promover uma reflexão sobre a integração da ABRP nos currículos de Ciências; fomentar uma análise do papel do professor de Ciências na implementação da Educação em Ciências através da ABRP.

Para a consecução destes objetivos, o Encontro inclui a apresentação de trabalhos por convite, de modo a dar uma visão global do estado da investigação nas diversas vertentes da temática em causa, bem como a apresentação de trabalhos cujos textos foram previamente submetidos para apreciação da comissão científica e aceites após revisão. Neste processo de revisão foram recusados diversos textos que não se centravam na temática do Encontro e outros cujos autores não tiveram disponibilidade para rever o texto em função dos comentários e sugestões dos avaliadores, membros da Comissão Científica.

Nestas Atas agrupamos os trabalhos por tipo de apresentação: conferências, por convite, e posters. Neste último caso incluem-se os textos que foram submetidos e aceites pela Comissão Científica. Em qualquer dos casos, as ideias expressas nos textos são da responsabilidade dos seus autores, não vinculando os organizadores do Encontro.

A organização do Encontro sobre Educação em Ciências através da ABRP contou com o apoio de diversas instituições (para além da Universidade do Minho e da FCT) e pessoas (para além da Comissão Científica, da Comissão Organizadora e do Secretariado). Na certeza de que saberão reconhecer-se nestas palavras, a todas elas apresento um agradecimento especial.

A Coordenadora da Comissão Organizadora do

Encontro sobre Educação em Ciências através da ABRP

*Laurinda Leite*

## ÍNDICE

### Conferências Convidadas

- 2 Problem-Based Learning: from theory to practice  
*Ann Lambros*
- 12 As estratégias de Resolução de Problemas e a Educação em Ciências para a Cidadania  
*F. Javier Perales*
- 22 Para uma didática das Ciências transdisciplinar: o contributo da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas  
*António J. Neto*
- 33 Os Problemas socio-científicos e a formação científica dos cidadãos  
*Cecília Galvão & Paulo Almeida*
- 48 A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas na Educação Ambiental  
*Clara Vasconcelos & Joana Torres*
- 63 A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas na Educação em Ciências para a Sustentabilidade  
*Maria Arminda Pedrosa & Patrícia João*
- 79 O valor educativo dos Problemas nos museus e centros interativos de ciência  
*Ana Sofia Afonso, Francisco Rodrigues & Patrícia Lourenço*
- 98 Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas em contextos *online*  
*Luís Dourado, Carla Joana Carvalho & Luísa Jesus-Leibovitz*
- 112 Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas e materiais didáticos  
*Teresa Vilaça & Sofia Morgado*
- 129 A Educação em Ciências para a Cidadania através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: balanço de um projeto  
*Laurinda Leite*

### Comunicações em Poster

- 149 A Aprendizagem Baseada em Resolução de Problemas e a formulação de questões a partir de cenários disciplinares e transdisciplinares: um estudo centrado nas Ciências e na Geografia  
*Cíntia Costa*
- 161 Ensino da Química orientado para a Aprendizagem Baseada em Resolução de Problemas: um estudo sobre as opiniões de alunos de cursos profissionais  
*Emília Batista*

- 172 Habitações, faturas de eletricidade a Aprendizagem Baseada em Resolução de Problemas no 10º ano  
*Mª Aline Guerra, Mª Filomena Cardoso, Mª Domitila Costa & Mª Arminda Pedrosa*
- 186 A Resolução de Problemas socio-científicos: que competências evidenciam os alunos do 7ºano?  
*Marisa Silva, Laurinda Leite & Alexandra Pereira*
- 200 Aprendizagem Baseada em Resolução de Problemas e Energia: materiais para Ciências Físico-Químicas, 7ºano  
*Patrícia João, Maria Arminda Pedrosa & Paulo Reis*
- 219 Respondendo à curiosidade científica dos estudantes por meio da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas  
*Petronildo Bezerra da Silva*
- 232 Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas no ensino das Ciências: um estudo com alunos do 10º ano  
*Rosa Soares, Daniel Teixeira & Áurea Roxo*

## **CONFERÊNCIAS**

## **Problem-Based Learning: from theory to practice**

**Ann Lambros**

*Wake Forest University, Winston-Salem, NC, USA*

### **Abstract**

Problem-Based Learning or PBL is an instructional methodology anchored in inquiry based principles of teaching and learning. Its origins are in medical education and over the past 30 years PBL has gained prominence in a variety of educational environments including primary and secondary schools. PBL requires students to develop skill sets that support critical thinking, problem-solving, new content acquisition, development of hypotheses, and synthesis of new content and critical analyses of new content for problem solving. This paper discusses the theory of PBL, the specific characteristics and elements of PBL, the practice of PBL and suggested preparations for the transition to a PBL classroom environment.

### **1. Introduction**

The adoption of PBL continues to expand as an inquiry based approach to teaching and learning. This expansion has created both interest in its promise and, at times, confusion or misconceptions regarding the practice of PBL and its effectiveness. Successful adoption of PBL requires clarity and understanding of the multiple dimensions of PBL. It is important to understand the historical context and the theoretical underpinnings of PBL before implementation attempts to avoid misconception. It is just as important to recognize the specific features and characteristics of PBL as well as the appropriate preparation of faculty, students and instructional materials to ensure the integrity of implementation without confusion. A brief review of a sample of the studies on PBL to date can be helpful to avoid outcome misconceptions. Also, a specific curriculum example to provide a practical framework to support the implementation of PBL can be quite useful in bringing clarity to the integration of the theory and the practice of PBL. The sections that follow address each of these dimensions with a purpose to both acknowledge the complexity of undertaking the adoption of PBL and revealing strategies to make that adoption less complicated.

### **2. The theory underlying Problem-Based Learning**

The foundational underpinnings for Problem-Based Learning or PBL can be traced back to John Dewey's theory of constructivism and his belief in the unity of theory and practice.



Dewey also believed that learning was active and that children came to school to do things. He suggested that education must engage with and expand experience; those methods used to educate must provide for exploration, thinking, and reflection; and that interaction with the environment is necessary for learning; also, that democracy should be upheld in the educational process. Dewey advocated the learning process of experiential learning through real life experience to construct and conditionalize knowledge, which is consistent with the constructivism theory. He proposed that learning be anchored in experiential education (Dewey, 1938). Neuroscience now supports this form of active learning as the way people naturally learn (Zull, 2002).

The type of learner formed in this process is self-directed, creative, and innovative. The purpose in education is to become creative and innovative through analysis, conceptualizations, and synthesis of prior experience to create new knowledge. The educator's role is to mentor the learner during heuristic problem solving of ill-defined problems by enabling quested learning that may modify existing knowledge and allow for creation of new knowledge. The learning goal is the highest order of learning: heuristic problem solving, metacognitive knowledge, creativity, and originality (Lombardi, 2011).

A significant amount of research and literature now support that inquiry is a highly effective instructional strategy. A large study by Geier on the effectiveness of inquiry-based science for middle school students, as demonstrated by their performance on high-stakes standardized tests demonstrated improvement of 14% for the first cohort of students and 13% for the second cohort (Hmelo-Silver et al., 2007).

Hmelo-Silver, Duncan and Chinn (2007) also cite several studies supporting the success of the constructivist problem-based and inquiry learning methods. For example, they describe a project called GenScope, an inquiry-based science software application. Students using the GenScope software showed significant gains over the control groups, with the largest gains shown in students from basic courses.

Guthrie et al. (2004) compared three instructional methods for third-grade reading: a traditional approach, a strategies instruction only approach, and an approach with strategies instruction and constructivist motivation techniques including student choices, collaboration, and hands-on activities. The constructivist approach, called CORI (Concept-Oriented Reading Instruction), resulted in better student reading comprehension, cognitive strategies, and motivation.

Doğru and Kalender (2007) compared science classrooms using traditional teacher-centered approaches to those using student-centered, constructivist methods. In their initial test of student performance immediately following the lessons, they found no significant difference between traditional and constructivist methods. However, in the follow-up assessment 15 days later, students who learned through constructivist methods showed better retention of knowledge than those who learned through traditional methods.

Jong Suk Kim (2005) found that using constructivist teaching methods for 6th graders resulted in better student achievement than traditional teaching methods. This study also found that students preferred constructivist methods over traditional ones. And, according to Von Glasersfeld (1989) sustaining motivation to learn is strongly dependent on the learner's confidence in his or her potential for learning. These feelings of competence and belief in their potential to solve new problems are derived from first-hand experience of mastery of problems in the past and are much more powerful than any external acknowledgment and motivation (Prawat & Floden, 1994).

Teachers are well aware that student attraction to the learning method and motivation for learning are highly linked to student engagement and performance. Problem Based Learning is a strategy that includes inquiry, constructivism, analysis, conceptualization, synthesis, creativity and problem solving. The strong evidence that these elements are making a difference for the way students learn, their engagement of subject material and their performance and achievement is encouraging support for the adoption of PBL.

### **3. The practice of Problem-Based Learning**

Evidence continues to grow demonstrating that students who engage in PBL instruction have a deeper understanding of principles that link concepts together; demonstrate a better ability to apply their knowledge; and, demonstrate a positive effect on their scientific skills and attitudes (NRC, 2011; McCright, 2012). The small group design and interdependent nature of the problem solving within PBL also supports the development of a host of non-cognitive skills that include collaboration, negotiation, effective communication, mediation and consideration of the contributions made by others (Pecore, 2012).

PBL is a learner-centered educational strategy that actively engages students in learning by asking them to solve authentic, "real world" problem-cases. Engaging in the PBL method requires students to (1) develop the ability to use STEM process skills (e.g., data collection,

analysis, and interpretation), (2) construct an understanding of STEM concepts through integrated systems, and (3) utilize cognitive strategies and skills employed in authentic inquiry and problem solving. Constructing their own understanding of STEM concepts relies on synthesis of content and building foundations to understand relationships across disciplines. The learner-centered, small group format supports higher retention of content and more accurate recall related to the ownership students take for their own learning and the dynamic interaction of the content with their peers.

PBL as a curriculum model is designed to activate prior knowledge and requires the integration of content from multiple disciplines. These features characterize PBL: initiating learning with a problem; use of open-ended problems; student small groups that are interdependent; a self-directed learning component; and, placing the instructor in the role of a metacognitive coach.



The PBL process is reiterative. At the center of the process is the selected problem. Problems are selected based on the alignment of new content needed to resolve the problem and the instructional objectives. Within the small group, one student reads the problem aloud. Students then compile a list of facts. These are facts provided in the problem scenario and relevant reliable assumptions. Students will simultaneously begin to create a list of things they need to know—learning areas or learning issues; and things they need to know more about—usually things that cannot be

researched but are relevant to the problem (this content is often provided in subsequent problem scenarios); and, prevailing assumptions that they may want to confirm. It is typical that at this time students will also begin to create initial hypotheses or possible resolutions. At the facilitated time students will begin the acquisition of new content or pursuit of their learning issues. Often the pursuit of established learning issues leads to the addition of new learning issues. This is one of the reiterative steps. New content is also introduced through multiple problem scenarios. As new content is acquired, synthesis with existing knowledge occurs and analyses of the content in relationship to the possible solutions occur. The analyses may lead to the identification of more learning issues, it may eliminate or revise a

hypothesis/possible solution and it may strengthen a hypothesis/possible solution. This is another example of the reiterative nature of the process. Again, at the facilitated time, students will need to apply their new content to the posed hypotheses/possible solutions to determine which is most viable and therefore most defensible. It is this step in the process that requires a hallmark feature of PBL, higher order thinking. In order to defend a solution as most viable, students must be able to present the supporting argument for that solution anchored in the newly acquired content. An example of a PBL for an Introduction to Biology course is given in table 1.

**Table 1 – PBL example case: camping trip fever**

Scenario 1
<p>You are a physician on duty in a rural community hospital. A young man, Josh McIntyre, has been brought in to the Emergency Department by a group of his friends. While the triage nurse settles Josh in an exam area, you get the following information from the friends:</p> <p>The group has been on a graduation (from high school) camping trip in the Shenandoah region of Western Virginia. Yesterday, Josh said he was having bad headaches and didn't feel well. He decided to go to sleep before dinner and slept for over 10 hours until one of them tried to wake him. When they couldn't get him fully awake they decided to bring him into the hospital. On the way to the hospital one of the friends noticed that Josh had a brief episode of total unresponsiveness, his eyes rolled back and he had rhythmic shaking of his arms and legs. The episode resolved on its own before they reached the hospital.</p> <p>When you walk into the exam room you find Josh awake but confused. He is unable to answer questions and mumbles incoherently.</p> <p>What additional questions will you ask his friends?</p> <p>How will you exam Josh?</p> <p>What are you looking for with your questions and examination?</p>

Facilitators will help students activate prior knowledge as needed to develop these initial questions. For example, “Everyone has been to the doctor before—what kinds of questions do they ask; how do they perform an exam; what are they looking for?”

It is anticipated that students will ask a number of questions that they are unable to research and those are managed in the next scenario (table 2). These are things like: what did Josh eat/drink; how long were you camping; was there any drug use; does anyone know his medical history; has this ever happened before; does he have a fever; is he dehydrated. It is also anticipated that some questions will come up that can be researched. These might include: what is a seizure; what's happening when a seizure occurs; what are his symptoms indicative of; is there anything about the region where the campers were that could be contributing to the situation.

**Table 2 - PBL example case**

Scenario 2
<p>You talk with Josh's friends to gain more information. You learn that he is an 18 year old male with no significant past medical history. His friends don't think he takes any medications and they never heard him mention allergies. They deny that he used any drugs, tobacco or alcohol during the camping trip. They tell you Josh was the high school basketball captain and has a scholarship to play at the collegiate level.</p> <p>Yesterday they hiked and explored caves. Josh first complained of feeling badly after returning to camp saying he had a headache and chills. No one in the group remembers him mentioning that he could have been bitten by anything. One friend does recall that he had a bandage on his right index finger but doesn't know why it was there.</p> <p>When asked, they tell you they have all been drinking stream water at the campsite and that they have boiled and treated all water they collected.</p> <p>How does this information help you?</p> <p>What other information do you need? How will it help you?</p>

This particular PBL has multiple more scenarios and they lead the students to understand that Josh is suffering from a life threatening infection which is eventually revealed as bacterial meningitis. After blood tests and a CSF culture they learn that Gram staining revealed a gram-positive diplococcus. The next series of prompts are given in table 3.

**Table 3 - PBL example case**

<p>What type of bacteria do you suspect?</p> <p>How are bacteria classified?</p> <p>How will you treat Josh based on the type of bacteria you suspect?</p> <p>Do his friends need to be treated as well?</p>
--

This sample problem aligns with the objectives in many introductory biology courses that may include: compare and contrast prokaryotic and eukaryotic cell structures; recognize and identify key concepts in science to provide a broad perspective on the human condition; critically discriminate between reliable and less reliable information when making decisions; understand the scientific method and critically evaluate scientific information as related to real world problems.

In the solution of PBL problem-cases, faculty members serve as the facilitator and guide rather than as a didactic provider of information. The faculty member may facilitate the questioning process, serve as an expert resource for some specific questions, and give advice on where specific information might be obtained. The depth and breadth of the analysis may also be guided by the faculty member, but all learning issues that help to decipher the

problem-case and are relevant to resolution are pursued by the students.

Once the student group has reached consensus on the most viable problem solution they will construct the defense to support their reasoning. The faculty member will also determine the format of the defense: oral presentation; visual presentation with narration; printed defense or some combination. This component of the process is essential and creates the high cognitive demand element. Defense of the solution with supporting content also adds to increased retention and later recall.

The example problem, *Camping Trip Fever*, is likely to be one problem in a series of problems that comprise a unit. Typically, instructors map the course learning objectives to the anticipated learning issues to be identified by the students. If students fail to identify a learning area that has been mapped to a problem, the instructor then facilitates the students to that objective through a series of prompts. For example, if students failed to include “what is gram staining” on their learning issues list for Josh’s case, the instructor might prompt them by asking questions like, “Do you think it’s important that the bacteria is gram positive? Why? How would you know if it were positive or negative?” Through this series of prompts students will recognize that it will be important to understand Gram staining and the information provided by the procedure.

The PBL methodology creates learners who are self-directed, independent, and develop the skills for life-long learning. Early implementation of the method ensures that our future citizens will have these characteristics and be very skilled at using them.

#### **4. Getting from theory to practice**

Students today face different challenges than they did in Dewey’s era. It is clear, however, that the attributes of Dewey’s philosophy align with PBL and equip students for transitions throughout their student careers and into the world of work while ensuring they acquire needed knowledge bases. It is essential to their future success that their education supports their practice of the development of skill sets that include effective collaboration, communication, negotiation, mediation, problem-solving, and life-long learning. Traditional education often neglects how critical these skills become as students mature and rarely offers facilitated and supervised practice of these types of skills. Students who consistently engage PBL have the opportunity to develop these skills and to become proficient with them.

Faculty members will need to prepare students for the PBL learning environment and orient

them to the shift in student responsibility for their own learning. Students will be identifying their own learning needs based on the problem, their existing knowledge and their proposed solutions or hypotheses. They will also be responsible for creating the plan within their small group to pursue and acquire the new content needed to resolve the problem. That process will include analyses, synthesis and application to the problem to determine the most defensible solution. It is important to inform students that in PBL the focus shifts from right answers to multiple solutions and the eventual defense of a proposed solution. (It sometimes alarms faculty to read that the focus is no longer on right answers. However, it is helpful to remember that defensible solutions are based on the factual content that constitutes right answers).

As indicated previously, faculty members also have a different role in PBL. Rather than being content experts or didactic instructors, they are "metacognitive coaches" who help students understand the questions to ask during problem definition, information location, analyses and possible interpretations and/or resolutions to the encountered problems (Gallagher et al, 1995; Barrows, 1988). The faculty members' main focus is to facilitate students as they navigate through a problem designed for new content acquisition that matches the course objectives. Faculty also support the problem solving process as models and coaches providing guidance as needed for students to effectively identify critical learning needs (Lambros, 2004). It is essential to the integrity of PBL for faculty to bring a skill set to the learning environment that enables students to become self-directed problem solvers and effective team members in their small group. Additionally, curriculum development, problem construction and assessment are also essential components of a PBL curriculum adoption and usually require professional development for the faculty members to acquire these skills (Farmer, 2004).

Professional development in the PBL methodology is helpful in assuring faculty develop effective facilitation skills and become confident in both the instructional strategy and their own ability to deliver it. It is helpful in this process for faculty to have the opportunity to deconstruct the drivers behind their current teaching practices. The evidence suggests that this type of facilitated reflection is essential to influence changes in teaching practice. Simply knowing a different strategy is preferred or produces a different result is not enough to change practice. Behavioral change is required to ensure a change in teaching practice and reflection is a key component of behavioral change (Osterman & Kottkamp, 1993). Henderson et al. (2011) also noted that successful efforts to influence change in teaching practice are supported by a combination of these factors: coordinated and focused efforts lasting over an extended

period of time; deliberate focus on changing faculty conceptions; and, use of performance evaluation and feedback. Faculty members who are considering adoption of PBL are encouraged to seek professional development opportunities with these attributes to ensure the highest level of success.

## 5. Conclusion

PBL fosters self-directed learning, independent and interdependent research, inquiry, synthesis, analyses, hypotheses generation, discernment of credible sources and resources, new content acquisition, hypotheses testing, hypotheses revision and problem solving skills development. Other benefits include more effective communication skills, integration of technology and instruction, higher retention of learned content, effective application of learned content, confidence in decision making and the ability to self-assess learning needs. Why not start to sponsor the development of these attributes and skill sets as early as possible in our students' formal and informal educational experiences? Doing so will better prepare all students for the next series of challenges, opportunities and experiences that await them.

## 6. References

- Barrows, H. (1988). *The tutorial process*. Springfield: Southern Illinois University School of Medicine.
- Dewey, J. (1938). *Experience and Education*. Toronto: Collier-MacMillan Canada Ltd.
- Doğru, M. & Kalender, S. (2007). Applying the Subject 'Cell' Through Constructivist Approach during Science Lessons and the Teacher's View. *Journal of Environmental & Science Education*, 2(1), 3–13.
- Farmer, L. (2004). Faculty Development for Problem-Based Learning. *European Journal of Dental Education*, 8(2), 59-66.
- Gallagher, S., Sher, B. Stepien, W., & Workman, D. (1995). Implementing problem-based learning in science classrooms. *School Science and Mathematics*, 95(3), 136-146.
- Guthrie J., Wigfield, A., Barbosa, P., Perencevich, K., Taboada, A., Davis, M., Scfididi, N., & Tonks, S. (2004). Increasing Reading Comprehension and Engagement Through Concept-Oriented Reading Instruction. *Journal of Educational Psychology*, 96(3), 403–423.
- Henderson, C., Beach, A. & Finkelstein, N. (2011). Facilitating in Undergraduate STEM Instructional Practices: An Analytic Review of the Literature. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(8), 952-984.
- Hmelo-Silver, C., Duncan, R. & Chinn, C. (2007). Scaffolding and Achievement in Problem-Based and Inquiry Learning: A Response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99–107.
- Kim, J. (2005). The Effects of a Constructivist Teaching Approach on Student Academic Achievement, Self-Concept, and Learning Strategies. *Asia Pacific Education Review*, 6(1), 7–19.
- Lambros, A. (2004). *Problem-Based Learning in Middle and High School Classrooms*. Thousand



Oaks, California: Sage.

Lombardi, S. (2011). *Internet Activities for a Preschool Technology Education Program Guided by Caregivers* (Doctoral dissertation), North Carolina: North Carolina State University.

McCright, A. (2012). Enhancing Students' Scientific and Quantitative Literacies through a Sociological Inquiry-Based Learning Project on Climate Change. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 12(4), 86-102.

National Research Council, Natalie Nielsen, Rapporteur, Planning Committee on Evidence on Selected Innovations in Undergraduate STEM Education, Board on Science Education (2011). Division of Behavioral and Social Sciences and Education, Promising Practices in Undergraduate Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education. Washington, DC: National Academies Press. Retrieved from [http://www.nap.edu/catalog.php?record\\_id=13099](http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=13099) on May 30, 2013.

Osterman, K. & Kottkamp, R. (1993). *Reflective Practice for Educators*. Newbury Park, California: Sage.

Pecore, J. (2012). Beyond Beliefs: Teachers Adapting Problem-based Learning to Preexisting Systems of Practice. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 7(2), 1-27.

Prawat, R. & Floden, R. (1994). Philosophical Perspectives on Constructivist Views of Learning. *Educational Psychologist*, 29(1), 37-48.

Von Glaserfeld, E. (1989). *Constructivism in education*. Oxford, England: Pergamon Press.

Zull, J. (2002). *The art of changing the brain: Enriching the practice of teaching by exploring the biology of learning*. Sterling, VA: Stylus Publishing, L.L.C.

# **As estratégias de Resolução de Problemas e a Educação em Ciências para a Cidadania**

**F. Javier Perales**

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentale, Universidad de Granada, Granada, España*

## **Resumo**

La *Resolución de Problemas* constituye una estrategia que ha impregnado la conducta humana y que le ha ayudado a evolucionar y a superar dificultades históricas. En el ámbito educativo ha sido incluida como recurso habitualmente circunscrito a algunas de las llamadas ciencias experimentales y a las matemáticas. A pesar de su potencial como generador de un aprendizaje conceptual y procedimental, su trivialización o excesivo academicismo han impedido explotarla convenientemente para estos fines, limitándose en muchos casos a la resolución de algoritmos o a procedimientos que pueden memorizarse. En la presente aportación pretendemos exponer cómo se podrían transformar las prácticas de aula con el fin de aprovechar la Resolución de Problemas para un aprendizaje de las ciencias más significativo, así como para preparar a los estudiantes para los retos de formación científica que la sociedad plantea a los futuros ciudadanos adultos.

## **1. Introducción**

La *Resolución de Problemas* (RP, en adelante) forma parte del lenguaje habitual (y de los temores) de los estudiantes que cursan estudios de materias de ciencias, ya sea en la Educación Secundaria como en titulaciones universitarias científicas y tecnológicas. En gran medida, la evaluación del aprendizaje se basa en resolver problemas y, ya se sabe, lo que suele preocupar a los estudiantes es aprobar las asignaturas. Por otro lado, el estudiante en cuanto ciudadano percibe el término problema cuando es utilizado en su entorno extraacadémico de un modo muy alejado del que se le atribuye en su mundo académico. Estos últimos son como simulaciones demasiado artificiales, mientras los primeros sí que parecen “verdaderos problemas”. Problemas afectivos, problemas económicos, problemas de salud... se muestran como situaciones inesperadas o previsibles que, en cualquier caso, no aparecen como fáciles de abordar, pero que han de intentarse resolver sin que se nos garantice ni que vamos a encontrar un camino para ello ni que el resultado va a ser el apetecido: conseguir una situación emocional grata, poder hacer frente a gastos ineludibles o mejorar nuestro estado de salud...

En un reciente monográfico de la prestigiosa revista *Science*, dedicado a los grandes cambios que precisa la Enseñanza de las Ciencias, dos de sus artículos apostaban claramente por un

“Aprendizaje basado en Problemas” (PBL, en inglés) que conecte a los estudiantes con el mundo real (Stephens & Richey, 2013; Feinstein, Allen & Jenkins, 2013).

Podríamos decir que la RP y las estrategias docentes basadas en ella poseen un potencial de aprendizaje muy rico, tanto en conceptos como en habilidades, siempre que se centren sobre problemas reales y sugerentes para los alumnos, pero se precisan más investigaciones que proporcionen evidencias en contextos educativos naturales. Por el contrario, la situación de la RP en las aulas suele estar basada en el planteamiento de problemas artificiales que inducen conductas rutinarias en su resolución (conversión en algoritmos, memorización de ecuaciones, manipulación de variables sin significado científico, ensayo-error...) (Perales, 2000; Coronel & Curotto, 2008), obviando conductas cognitivas de orden superior (comprensión de la fenomenología científica implicada, modelización del problema, planificación de la resolución, metacognición...), imprescindibles para aprovechar su potencial educativo y social (Sanjosé et al., 2007).

De otra parte, a lo largo de las últimas décadas y procedentes, fundamentalmente, de Estados Unidos, se han ido gestando diversos movimientos curriculares que abogan por extender la enseñanza de la ciencia a amplias capas de la población, como una segunda alfabetización, la científica. Bajo este paraguas se acogen “Ciencia para todos”, “Comprensión pública de la ciencia”, “Alfabetización Científica”, “Ciencia-Tecnología-Sociedad”... (Marco-Stiefel, 2000) que, con diferentes matices, intentan hacer patentes las vinculaciones de la ciencia con la sociedad y se centran en la apropiación de aquella con el fin de hacer ciudadanos corresponsables del desarrollo científico-tecnológico y aprendices a lo largo de la vida.

Se plantea entonces la necesidad de buscar estrategias para acercar la Ciencia y la Tecnología a la ciudadanía que es, en definitiva, lo que en esta contribución queremos modestamente abordar mediante la RP.

## **2. Objetivo**

En esta aportación, tras una revisión teórica, vamos a tratar de exponer algunas estrategias de RP que podrían salvar la distancia actual entre los problemas académicos y los problemas reales o cotidianos.

## **3. Fundamentación teórica**

La bibliografía sobre RP es muy abundante y diversa, como corresponde a una de las líneas

clásicas de investigación en Didáctica de las Ciencias. Vamos por tanto a centrarnos en aquellas propuestas que responden al objetivo de este trabajo, mediante una revisión bibliográfica que incluye, entre otras fuentes, los últimos diez años de algunas de las revistas de Didáctica de las Ciencias Experimentales más representativas y que sintetizamos en la Tabla 1 a partir de los trabajos de Park y Lee (2004), Chin y Chia (2006), Tao (2001), Lin y Chiu (2004), Torres, Preto y Vasconcelos (2013), Martínez y De Longhi (2013), Fortus, Krajcik, Dersheimer, Marx y Mamlok-Naaman (2005), Ucla, Gion y Cowog (2005), Sierra y Perales (2003), Mualem y Nylon (2010), Jiménez y Perales (2001), Leite et al. (2013), PISA (2006).

**Tabla 1 - Recomendaciones de la literatura educativa para aproximar la RP a una educación científica para la ciudadanía**

<b>Fuente de Conocimiento</b>	<b>Variable</b>	<b>Consecuencias</b>
Tipología de problemas	Reales / poco estructurados / cualitativos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se perciben como más difíciles de resolver</li> <li>- Es posible entrenar su resolución</li> <li>- Confrontando ideas</li> <li>- Mejora el conocimiento sobre la NdC</li> </ul>
El resolutor	Habilidades cognitivas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Promueven la generación de preguntas</li> <li>- Se debe incidir en la comprensión lectoescritora</li> </ul>
Las estrategias de enseñanza	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño de artefactos</li> <li>- Enseñanza asistida por ordenador</li> <li>- Representación visual del problema</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejora de la comprensión del currículo</li> <li>- Aproximación a una herramienta de uso frecuente</li> <li>- Mejora en la RP cuantitativos</li> </ul>
Social		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contribuye a la mejora de alumnos con bajo nivel</li> </ul>
Finalidades de la RP	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocimiento científico</li> <li>- Conocimiento sobre la ciencia</li> <li>- Conocimiento sobre CTS</li> <li>- Procedimientos de la ciencia</li> </ul>	

## **4. Estrategias de Resolución de Problemas para la Ciudadanía**

### ***4.1. ¿De qué situación partimos en las aulas?***

Antes de plantearnos qué estrategias de RP para la Ciudadanía son deseables hemos de fijarnos en la situación habitual de partida. Presentamos en la Tabla 2 los resultados obtenidos

con estudiantes de 4º curso de la licenciatura de Física de la Universidad de Granada ante el ítem: “Expón brevemente las funciones que piensas que desempeña la resolución de problemas en la enseñanza de la Física”.

**Tabla 2 - Respuestas agrupadas de estudiantes de Física sobre las funciones de la RP**

<b>Funciones</b>	<b>Respuestas</b>
Aplicación / comprensión de la teoría (N=12)	<ul style="list-style-type: none"> <li>* <i>Afianzar los conocimientos teóricos (N=2)</i></li> <li>* <i>Bastante importante porque completa y da sentido a la teoría</i></li> <li>* <i>Aplicación de los teoremas y principios físicos. Aplicación inmediata de las Ciencias Físicas</i></li> <li>* <i>Aclarar los conocimientos teóricos</i></li> <li>* <i>Para entender la teoría y asimilarla mejor</i></li> <li>* <i>Fundamental porque ayuda a comprender los conceptos teóricos, a relacionar ideas</i></li> <li>* <i>Asentar los conocimientos de teoría del alumno</i></li> <li>* <i>Comprender más profundamente el sentido de la teoría</i></li> <li>* <i>Lo más importante, al relacionar aspectos teóricos y prácticos, permitiendo entender mejor la teoría e imaginar o asignar ejemplos</i></li> <li>* <i>Practicar y entender mejor la teoría</i></li> <li>* <i>Resaltar las expresiones teóricas más importantes</i></li> </ul>
Aprender habilidades / método de resolución (N=5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>* <i>Ejercitar la capacidad de encontrar soluciones</i></li> <li>* <i>Coger manejo con las herramientas matemáticas</i></li> <li>* <i>Desarrollar un método e intuición a la hora de abordar dichos problemas</i></li> <li>* <i>Para desarrollar la habilidad mental</i></li> <li>* <i>Para enfrentarse a una situación práctica</i></li> </ul>
Aproximación al trabajo científico (N=4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>* <i>Una investigación es en definitiva un problema... Un problema viene a ser un simulacro de lo que supone trabajar en el laboratorio</i></li> <li>* <i>La Física persigue resolver los problemas que nos plantea el Universo</i></li> <li>* <i>Comprender la naturaleza es resolver problemas</i></li> <li>* <i>Los físicos sirven para simplificar los problemas de la vida diaria</i></li> </ul>
Como método de enseñanza (N=4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>* <i>La parte más importante de la enseñanza de la Física. Aquellas asignaturas en las que he hecho más problemas (sobre todo si había que entregarlos) son de las que más me acuerdo</i></li> <li>* <i>Todo. No concibo la enseñanza de la Física sin los problemas. Se les presta poca atención</i></li> <li>* <i>La teoría debería explicarse a través de los problemas</i></li> <li>* <i>Si se han trabajado previamente son útiles para clarificar ideas o dificultades. Si no, se copian</i></li> </ul>
Para incrementar la motivación (N=2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>* <i>Reto a batir. No hay mayor satisfacción que resolver problemas que nos llevan horas o días</i></li> <li>* <i>Aumentar la motivación</i></li> </ul>

En definitiva, los problemas pueden servir: (a) para problematizar la ciencia, algo consustancial con esta actividad humana; (b) para formar en habilidades de distinto rango, tales como operatoria matemática o razonamiento hipotético-deductivo; y (c) para hacerla más atractiva. Estimamos que son razones sustanciales y emergidas desde el propio pensamiento estudiantil.

#### 4.2. *¿Qué dificultades encuentran los estudiantes para abordar la RP que se les plantean en clase?*

En la Tabla 3 proporcionamos algunas respuestas de los alumnos del curso 3º de la licenciatura de Física mencionada anteriormente, ante una pregunta abierta que se les plantea al respecto, agrupándolas en torno a algunas funciones docentes de la RP.

**Tabla 3 - Algunas dificultades de los estudiantes de Física para RP**

<b>Fuente de dificultad</b>	<b>Dificultad</b>	<b>Respuesta</b>
¿Qué enseñamos?	- A aprender a RP	<i>* Se solucionan pocos problemas ...habría que realizar más ejercicios en clase</i>
	- A aplicar la teoría	<i>* Creo que se emplea demasiado tiempo en demostraciones de fórmulas (que después no son necesarias en la resolución de los problemas), pienso que se debería dedicar, en su lugar, más tiempo para aplicaciones y ejemplos de lo visto en la teoría...</i>
¿Para qué lo hacemos?	- Para enseñar contenidos de ciencia	<i>* ...encontrando un gran déficit teórico a la hora de apoyarme sobre los conocimientos para construir la asignatura</i>
	- Para aprender habilidades	<i>* Dificultad para visualizar la parte geométrica del problema</i>
	- Para enseñar sobre ciencia	<i>* Nunca hay debate de física. No hay dónde ni con quién hablar de cosas de física como hablamos de otros asuntos cotidianos, que es como se aprende algo en profundidad</i>
	- Para evaluar	<i>* Los problemas hechos en clase y la teoría estudiada muchas veces son muy distintos a los que piden en los exámenes o proponen. (No hablo de electromagnetismo en particular sino en todas las asignaturas en general)</i>
¿Por qué lo hacemos?	Motivar hacia la ciencia	<i>* Creo que no dedico el tiempo necesario para enfrentarme al problema, (me rindo pronto)...</i>

De los casos que en la Tabla 3 hemos ejemplificado, vemos que en gran medida vienen condicionados por el uso habitual que se realiza de la RP en el aula, aunque están presentes

casos que responden a las funciones de la RP que señalábamos más arriba como a), b) y c) consideradas adecuadas para los propósitos de este artículo.

### ***4.3. ¿Qué estrategias alternativas podemos plantearnos?***

Las estrategias que proponemos a continuación son fruto de la revisión bibliográfica anterior (y otras previas realizadas por el autor), así como de la experiencia acumulada en la formación del profesorado. Vamos a ir las concretando y ejemplificando en función de las distintas dimensiones que configuran la resolución de un problema:

#### ***4.3.1. El enunciado y la naturaleza del problema***

a) Prestar atención a la comprensión del enunciado, discutiendo y “trasponiendo” en su caso el significado de los términos científicos al lenguaje coloquial.

b) Utilizar preferentemente problemas cualitativos y cuantitativos con datos reales:

Ejemplo 1. Recientemente en España se ha vuelto a facturar el consumo eléctrico bimensualmente, en lugar de mensualmente. Estime el ahorro que esto puede suponer en toneladas de CO<sub>2</sub> al año suponiendo que el 50% de los consumidores reciben la factura en papel.

Ejemplo 2. Descendiendo por una cuesta de un 10% de pendiente, un automóvil de 1000 kg se embala en punto muerto hasta alcanzar una velocidad máxima de 72 km/h, después de lo cual su movimiento se hace uniforme. ¿Qué potencia, en CV, desarrollará el motor de dicho automóvil al subir con la misma velocidad dicha cuesta? Consulte por Internet y ponga ejemplos de modelos de coches que sí lo conseguirían y otros que no ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).

c) Las figuras que acompañen al enunciado de un problema debieran cumplir los siguientes requisitos:

Ser simples y próximas a la realidad que se pretende representar (o, al menos, la equivalencia entre realidad e imagen debiera quedar explícita).

Estar acompañadas de etiquetas verbales explicativas de la función de los distintos elementos que componen la figura y de sus relaciones causales.

En el caso de referirse a un fenómeno con distintos estados bien diferenciados, las imágenes deberían ser representativas de tales estados.

A tal efecto, se deberían modificar las figuras inadecuadas y/o elaborar otras nuevas el propio alumno.

d) Finalmente nos referiremos a las fuentes de problemas. Al margen de los presentes en los libros de texto, que podemos tomar como referencia inicial e introducir las transformaciones que hemos sugerido, no debemos olvidar que la vida diaria constituye

también un recurso inigualable donde recabar problemas para nuestras clases. Fenómenos como catástrofes ambientales, dietas alimenticias, conducción de vehículos, etc., podemos convertirlos en enunciados de problemas estándar que respondan a los elementos propios de aquellos. Lo ideal es que nos vayamos dotando de nuestro propio archivo particular de problemas agrupados en función de nuestras necesidades.

#### *4.3.2. El contexto de la resolución*

A la hora de resolver un problema deberían servir como guía las siguientes orientaciones:

- a) Es preferible la calidad a la cantidad, es decir, es mucho más rentable desde el punto de vista didáctico resolver en profundidad pocos problemas que muchos rutinariamente. Para incrementar su eficacia es preciso que los problemas elegidos sean representativos de los núcleos teóricos que se vayan tratando en el programa de las asignaturas.
- b) Los problemas propuestos debieran poseer una complejidad variable, como única garantía para atender a la diversidad cognitiva y motivacional de los estudiantes.
- c) Los problemas deberían enmarcarse en teorías lo más generales posibles (p. ej., el principio de conservación de la energía), como vía para que los alumnos comprendan su utilidad; en caso contrario, aquellos llegan a pensar que cada problema posee un método de resolución distinto, lo que invita a ser memorizado.
- d) La misma orientación debería poseer la enseñanza de estrategias para la RP, que debieran de poseer un carácter heurístico; un ejemplo se muestra en la Figura 1 (Perales, 1994, 2000, 2005). En este sentido, resulta especialmente recomendable partir de las estrategias "naturales" de resolución de los alumnos, discutir sus insuficiencias y orientarles en el entrenamiento con métodos heurísticos que les permitan sistematizar su trabajo.
- e) El tiempo dedicado a RP debería incrementarse a costa de la teoría, en la medida en que ésta surge necesariamente al tratar de paliar las incertidumbres que generan los problemas. Por lo tanto abogamos por reducir el número de sesiones dedicadas a la teoría en detrimento de las de resolución de problemas, eso sí, cuidadosamente elegidos para incitar a la profundización teórica.
- f) El apoyo a los alumnos en cuanto a la teoría necesaria para resolver un problema y los requisitos matemáticos debiera ir retirándose progresivamente hasta lograr la autonomía del alumno.



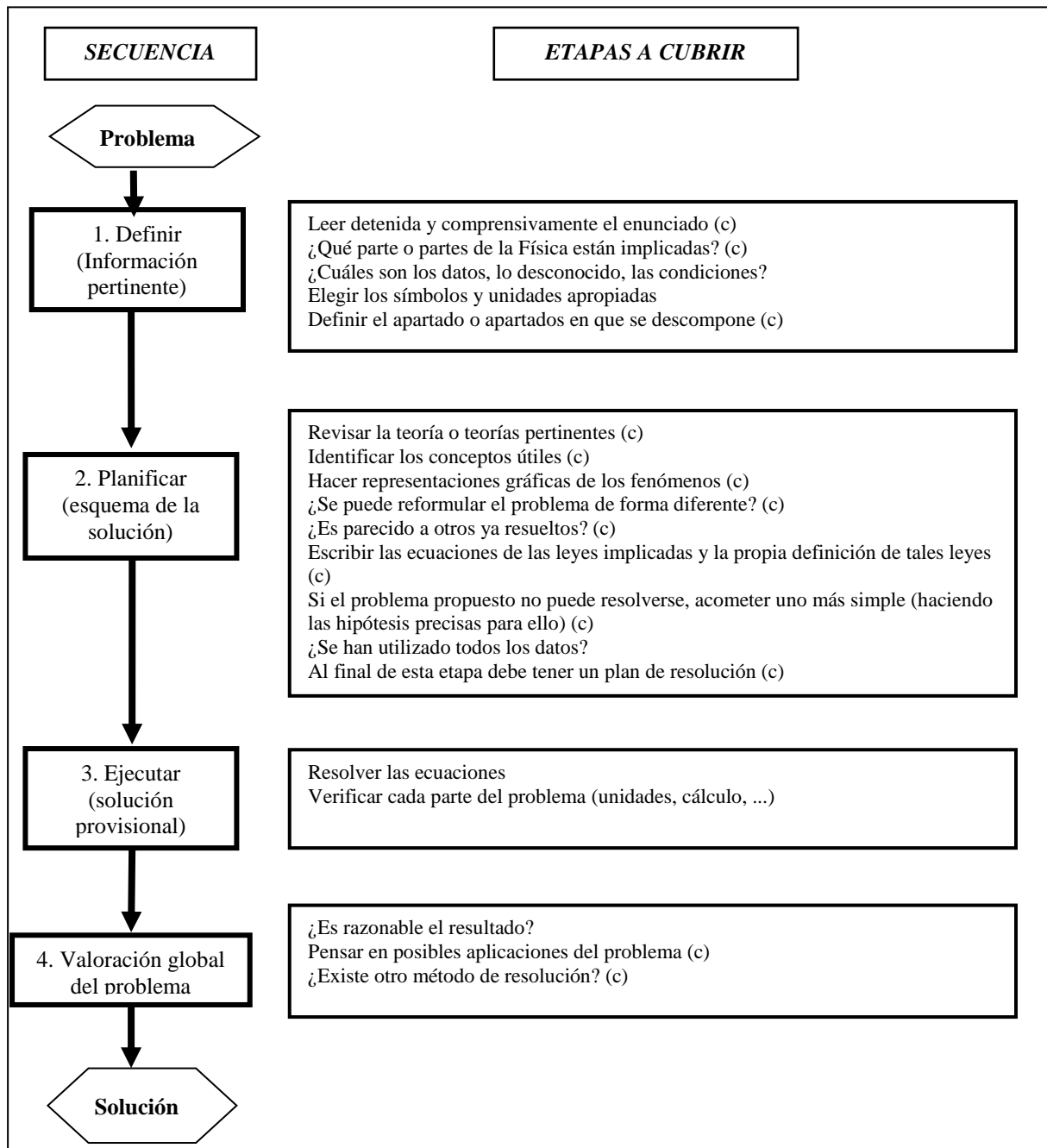
- g) La RP por parte del alumno debe combinar la realización de problemas a nivel individual y a nivel de grupo.
- h) En la RP, tanto para el profesor como para el alumno debiera ser más relevante el camino seguido (proceso) para RP que el resultado del mismo (producto). Aunque en los problemas reales suele suceder lo contrario, es precisamente el aprendizaje del proceso lo que resulta consustancial con el proceso de enseñanza y lo que puede trascender en el futuro del alumno.
- i) En la medida de lo posible, se debería fomentar la RP con materiales de enseñanza (libros, revistas, Internet, etc.) y reproducir las situaciones cotidianas, donde esto sea posible, evitando la memorización incomprensiva de "fórmulas".
- j) La creatividad es una componente esencial del pensamiento científico y la RP representa una oportunidad ideal para su fomento. A este respecto, la técnica de “torbellino de ideas” (*brainstorming*) suele ser adecuada. Veamos el siguiente ejemplo: “Resuélvase mediante un torbellino de ideas el siguiente problema: ¿qué ocurriría si por un día desapareciera la gravedad terrestre en un hogar?”
- k) La aspiración última de los cambios propuestos debería ser la posibilidad de transformar la enseñanza habitual en una enseñanza basada en RP, lo cual podría implementarse a través de tres posibilidades con distinto grado de alcance:
  - i) Convirtiendo los problemas habituales en “pequeñas investigaciones”, tal como: “¿Qué es ambientalmente más aceptable, un secador de manos eléctrico o una toalla de papel?”
  - ii) Convirtiendo la enseñanza/aprendizaje de las ciencias en una actividad de RP. Ejemplo: “Estudio de la contaminación acústica a través de la investigación integral de un barrio.”
  - iii) Inventando problemas los propios alumnos.

## 5. Referencias bibliográficas

- Coronel, M. & Curotto, M. (2008). La resolución de problemas como estrategia de enseñanza y aprendizaje. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7(2), 463-479.
- Chin, C. & Chia, L. (2006). Problem-Based Learning: Using Ill-Structured Problems in Biology. *Science Education*, 90(1), 44 – 67.
- Feinstein, N., Allen, S. & Jenkins, E. (2013). Outside the Pipeline: Reimagining Science Education for Nonscientists. *Science*, 340, 314-317.

- Fortus, D., Krajcik, J., Dershimer, R., Marx, R. & Mamlok-Naaman, R. (2005). Design-based science and real-world problem-solving. *International Journal of Science Education*, 27(7), 855–879.
- Jiménez, J. & Perales, F. (2001). Graphic representation of force in secondary education: Analysis and alternative educational proposal. *Physics Education*, 36, 227-235.
- Leite, L. et al. (2013). Ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas: perspectivas de professores de ciências e geografia. *Journal of Science Education, special issue*, 14, 28-32.
- Marco-Stiefel, B. (2000). La alfabetización científica. En: F. J. Perales y P. Cañal. *Didáctica de las Ciencias Experimental*. Alcoy (Alicante): Ed. Marfil, pp. 141-164.
- Martínez, M. & De Longhi, A. (2013). Identificación y categorización de dificultades de lectocomprensión en enunciados de problemas de lápiz y papel de estequiometría. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 10(2), 159-170.
- Mualem, R. & Eylon, B. S. (2010). Junior High School Physics: Using a Qualitative Strategy for Successful Problem Solving. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(9), 1094–1115.
- Park, J. & Lee, L. (2004). Analysing cognitive or non-cognitive factors involved in the process of physics problem-solving in an everyday context. *International Journal of Science Education*, 26(13), 1577–1595.
- Perales, F. (1994). Enseñanza-aprendizaje de una heurística en la resolución de problemas de física: un estudio cuasiexperimental. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 21, 201-209.
- Perales, F. (2000). *Resolución de Problemas*. Madrid: Síntesis.
- Perales, F. (2005). *La resolución de problemas de Física*. Madrid: Anaya.
- PISA (2006). OECD. <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/pisa2006/pisa2006results.htm>
- Sanjosé, V., Valenzuela, T., Fortes, M. & Solaz-Portolés, J. (2007). Dificultades algebraicas en la resolución de problemas por transferencia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(3), 538-56.
- Sierra, J. & Perales, F. (2003). The effect of instruction with computer simulation as a research tool on open-ended problem solving in a Spanish classroom of 16-years-old. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 22, 119-140.
- Stephens, R. & Richey, M. (2013). A Business View on U.S. Education. *Science*, 340, 313-314.
- Uclo, H., Gion E. & Cowog, C. (2005). Solving physics problems with the help of computer assisted Instruction. *International Journal of Science Education*, 27(4), 451–469.

## 6. Anexo



**Figura 1 - Propuesta de estrategia heurística para la RP**

## **Para uma didática das Ciências transdisciplinar: o contributo da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas**

**António J. Neto**

*Departamento de Pedagogia e Educação, Universidade de Évora, Évora, Portugal*

### **Resumo**

Partindo de uma breve contextualização epistemológica e pedagógica, na qual se identificam os eixos estruturantes do pensamento contemporâneo, discutem-se os seus potenciais reflexos na educação e, por extensão, na didática das ciências, assumindo-se que a investigação e as práticas neste campo devem ter como horizonte a marca da transdisciplinaridade. Analisam-se, a seguir, os princípios estruturantes das abordagens transdisciplinares e da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP), concluindo-se que esta poderá dar um importante contributo a caminho de uma educação transdisciplinar. Esboçam-se, por fim, implicações pedagógicas dos argumentos aduzidos, com particular ênfase na formação de professores de ciências.

### **1. Para uma didática das Ciências transdisciplinar**

A educação científica atual continua a ser bastante influenciada por aquilo que alguns autores designam de “falácia da memorização rotineira” ou o que Paulo Freire (1975) apelidava de “educação bancária”. Tal como é claramente afirmado no famoso relatório *Beyond 2000* (Millar & Osborne, 1998), essa educação está fora de moda, por ser ainda em muito uma educação preparatória de futuros cientistas, ao invés de, como já defendia Dewey (1974), ser uma educação assumida como experiência de vida.

No seu livro *La tête bien faite*, Edgar Morin (1999), referenciando Montaigne, escreve: “mieux vaut une tête bien faite que bien pleine” (p. 23). Para o autor, esta máxima coloca como imperativo a necessidade de uma educação que, ao invés de fragmentar, seja capaz de contextualizar e globalizar. Para melhor ilustrar essa sua convicção, Morin recorre desta vez à sabedoria de Pascal, bem ilustrada nas seguintes palavras:

“Toutes choses étant causées et causantes, aidées et aidantes, médiates et immédiates, et toutes s’entretenant par un lien naturel et insensible qui lie les plus éloignées et les plus différentes, je tiens impossible de connaître les parties sans connaître le tout, non plus que de connaître le tout sans connaître particulièrement les parties.” (Pascal, *Pensées*, in Morin, 1999, p. 28).

Morin faz corresponder à carismática década de 60 do século XX a emergência do pensamento habitualmente designado de sistémico. A partir dessa década, é na verdade crescente o número daqueles que proclamam a necessidade de “voltar” a conseguir ligar, contextualizar e globalizar conhecimentos que a especialização disciplinar do século XIX tinha vindo fragmentar, muito em resultado de propostas como a famosa classificação e demarcação positivista das ciências de Augusto

Comte.

Stephen Toulmin (1992), na sua obra *Cosmopolis: the hidden agenda of modernity*, ao propor-se repensar a modernidade e a sua influência na contemporaneidade, vem também nessa linha. No comentário que faz ao mesmo livro, Richard Rorty considera que Toulmin mostra nele bem como poderiam ter sido diferentes (para melhor) os últimos séculos da humanidade se, em vez de Descartes e do seu método analítico, tivesse sido Montaigne (e a sua perspetiva global) a marcar a agenda do conhecimento e da investigação.

Compreende-se, assim, como salientam Maingain, Dufour e Fourez (2002), que a partir daí tenham começado a proliferar termos como *multidisciplinaridade*, *interdisciplinaridade* e *transdisciplinaridade*, os quais, como é o caso da palavra “interdisciplinaridade”, nem sequer apareciam no dicionário, há cerca de meio século. Todos eles, se bem que polissémicos e muitas vezes usados de forma ambígua, difusa e aleatória, designam posturas tendentes a superar as limitações impostas pelo conhecimento disciplinar (Morin, 1999; Roldão, 1999).

Mas qual é o papel das *disciplinas* nessas mudanças? Como defende Roldão (1999), a nossa cultura científica repousa sobre elas e cada uma representa um passo epistemológico relevante na história do conhecimento humano. Forçoso é, contudo, reconhecer que, se, por um lado, elas permitem um olhar mais aprofundado sobre a realidade, limitam, por outro, a visão do todo. Está-se, pois, perante duas tendências em permanente tensão na compreensão do real: a especialização, por um lado, e a integração, pelo outro (Morin, 1999).

Tal tensão entre o singular e o plural, a qual afeta em especial as ciências sociais, colocando-lhes notórias dificuldades de demarcação, não deve, todavia, ser vista como um mero anacronismo, mas antes como uma traço saliente do pensamento humano, confrontado com a necessidade de encontrar um equilíbrio constante entre a análise que decompõe e a síntese que unifica. Desde que reconfiguradas e recontextualizadas, as disciplinas, enquanto áreas diferenciadas e estruturadas do saber, continuam pois a fazer todo o sentido.

Importa ainda assinalar que, sendo a educação um fenómeno intrinsecamente complexo e sistémico, dificilmente a sua abordagem prática poderá ser compatível com a simples aplicação de conhecimento parcelar, analiticamente produzido pela investigação. cremos, aliás, que esse equívoco condicionou durante muito tempo os discursos académicos educacionais, em particular no domínio da didática das ciências.

Durante muito tempo, de facto, a pesquisa em didática das ciências foi excessivamente direccionada para a investigação analítica e “de laboratório” (incidindo, por exemplo, em tópicos como resolução de problemas, concepções alternativas ou trabalho prático, frequentemente abordados de forma isolada e como um fim em si mesmos), pouco surpreendendo, por isso, a sua alegada falta de aplicabilidade prática (Hodson, 1998).

Creemos que hoje se propende, a nosso ver com total pertinência, para investigações mais holísticas, como é o caso das abordagens Ciência-Tecnologia-Sociedade, de resolução de problemas (Neto, 1998) ou a designada aprendizagem baseada na resolução de problemas (ABRP) (Barrows & Tamblyn, 1980).

Como bem acentua Morin (1999), embora contando com as disciplinas, há que saber contornar os inconvenientes que a especialização coloca, assumindo isso especial acuidade em educação. Diversas propostas têm sido ensaiadas com essa intenção, a partir de meados do século passado. É esse o caso das já referidas abordagens interdisciplinares. De acordo com Morin (1999), a interdisciplinaridade, considerada em sentido lato, pode ter graus de aprofundamento diversos, num *continuum* que vai desde a simples concertação entre disciplinas (multidisciplinaridade) a uma autêntica cooperação temática e metodológica (transdisciplinaridade).

A transdisciplinaridade é, assim, das três a via que mais ousada se revela, no que se prende com a superação das fronteiras das disciplinas. Ela tem a ver com o recurso a problemas de recorte transdisciplinar, como é o caso do desenvolvimento sustentável ou da problemática ambiental e climática. Estes problemas, dada a sua complexidade intrínseca, implicam a mobilização de conhecimentos e métodos que atravessam os campos e as fronteiras das disciplinas tradicionais, podendo mesmo chegar a pôr em causa as suas fundações.

Como lembra Morin (1999), os problemas do mundo atual são, na verdade, de tal forma globais que se afirma como um imperativo encontrar formas de conseguir dar conta de tudo o que é contextual e sistémico, ou seja, de tudo o que tem a marca da transdisciplinaridade.

## **2. Da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas à transdisciplinaridade**

Como antes se deu a entender, existe alguma confusão na literatura quando se trata de encontrar designações para as diferentes formas de promover articulação entre disciplinas e de assegurar o diálogo entre as mesmas, superando as rígidas fronteiras que as demarcam.

Pretendendo contribuir para clarificar as categorias conceptuais e metodológicas envolvidas nessa problemática, diversas taxonomias e terminologias têm sido apresentadas (Morbjök, 2009; Morin, 1999; Nordahl & Serafin, 2008). Dentre elas, a mais referenciada é a que é utilizada por Morin e que tem por base, como antes vimos, a trilogia hierárquica que, começando na *multidisciplinaridade*, segue para a *interdisciplinaridade* e culmina na *transdisciplinaridade*, em ordem crescente da integração do conhecimento.

A transdisciplinaridade representa, desse ponto de vista, o nível mais elevado da integração temática e metodológica, indo o seu enfoque para além do domínio estrito das disciplinas. Partindo de problemas reais complexos e pouco estruturados, as abordagens transdisciplinares procuram obter solução para os

mesmos, não pela simples justaposição ou mera adição de conceitos e métodos disciplinares, mas mediante a construção de uma nova totalidade sistêmica, em que aqueles contributos parcelares perdem a sua identidade, para passarem a consubstanciar uma nova categoria epistemológica (Mobjörk, 2009).

Na ótica de Morin (1999), a tônica em que hoje insistimos vai, na verdade, para aquilo que é complexo, temporal e instável, o que se traduz num *movimento transdisciplinar* que está a ganhar cada vez mais força. A *investigação transdisciplinar* é assim considerada essencial para o processo de produção de conhecimento na sociedade contemporânea.

Está desse modo em jogo uma mudança de paradigma relativamente ao modo como se concebe o processo de produção do conhecimento científico no mundo de hoje (Mobjörk, 2009). Enquadrado na sociologia da ciência, vale a pena referenciar aqui o trabalho de Michael Gibbons e seus colaboradores (Gibbons et al., 1994), publicado no livro *The new production of knowledge: the dynamics of science and research in contemporary societies*. Nesse livro, de título aliás bastante sugestivo, os autores argumentam que, a partir de meados do século XX, uma nova forma de produzir conhecimento começou a emergir, a qual, sendo decisivamente determinada pelos contextos de produção, é impulsionada pela necessidade de resolver problemas do mundo real, problemas esses de natureza transdisciplinar. Esse modo de produzir conhecimento ou de investigar foi designado por aqueles autores de Modo 2, com o propósito de o distinguir do modo tradicional (Modo 1), este mais movido por critérios académicos e disciplinares e pelos interesses dos próprios investigadores. Como campos proeminentes de aplicação prática desses princípios são de destacar as áreas do ambiente e do desenvolvimento sustentável (Brandt et al., 2013), assim como a medicina, a educação e o design. Todas essas áreas colocam questões sociais complexas e fazem emergir problemas transdisciplinares, aos quais dificilmente a forma tradicional de produzir conhecimento (o Modo 1).

Exigem-se assim propostas mais integradoras e mais holísticas, configurando orientações metodológicas de perfil transdisciplinar, projeto para o qual a aprendizagem baseada na resolução de problemas poderá, a nosso ver, dar um importante contributo.

Marcante foi também para o movimento transdisciplinar a publicação em 1996 do designado “Manifesto para a Transdisciplinaridade”, da autoria de Basarab Nicolescu (1999), o qual envolve uma crítica contundente à ciência moderna e ao seu reducionismo epistemológico e metodológico. Para o autor, a investigação transdisciplinar não tem de ser entendida como visando a criação de uma nova disciplina ou superdisciplina, mas antes como uma via complementar de realizar investigação ou, nas palavras do próprio Nicolescu, a “science and art of discovering bridges between different areas of knowledge and different beings” (Nicolescu, citado por Mobjörk, 2009, p. 15).

Subjacente a esse ponto de vista está, assim, a noção de conhecimento científico como algo dependente dos contextos em que foi produzido e o investigador como um participante ativo no

mundo que tenta compreender, necessariamente orientado e determinado por critérios éticos, sociais e culturais. Esta ideia de o conhecimento ser decisivamente determinado pelos contextos físicos, sociais e culturais em que é construído traz associada uma mudança epistemológica fundamental, configurando um pressuposto hoje incontornável nas concepções que tipificam os nossos tempos relativamente ao que é conhecer, aprender e ser.

Na taxonomia triárquica que aqui temos vindo a adotar, a transdisciplinaridade surge, em síntese, encarada como a forma mais elevada de assegurar a cooperação integradora entre disciplinas. Tendo como grande propósito a integração conceptual e metodológica, a transdisciplinaridade é descrita como “uma prática que transgride e transcende as fronteiras disciplinares”, estendendo-se, desse modo, para além do pensamento disciplinar.

Como facilmente se pode inferir, a transdisciplinaridade ajusta-se perfeitamente ao modo contemporâneo de produzir conhecimento, algo que Gibbons et al. (1994) quiseram mostrar, ao identificarem nela as quatro características principais a seguir indicadas, por eles entendidas como facetas distintivas das abordagens transdisciplinares:

Desenvolvimento de um quadro de referência para orientar as estratégias de resolução dos problemas transdisciplinares;

Desenvolvimento de estruturas e métodos próprios que não dependem, necessariamente, do conhecimento disciplinar;

Comunicação não confinada aos canais institucionais convencionais, antes implicando não só os participantes na investigação, como também outros atores sociais externos, potencialmente interessados nos produtos dessa investigação;

Natureza dinâmica de todo o processo, o qual é muito menos previsível do que acontece na investigação disciplinar.

Como Russel et al. (citados por Mobjörk, 2009, p. 27) argumentam, a transdisciplinaridade tem assim o potencial de poder responder aos novos desafios e imperativos conceptuais e metodológicos, potencial esse que, como esses autores a seguir ilustram, emana das próprias características do processo:

This potential springs from the characteristic features of transdisciplinarity, which include problem focus (research originates from and is contextualised in “real-world” problems), evolving methodology (the research involves iterative, reflective processes that are responsive to the particular questions, settings, and research groupings) and collaboration (including collaboration between transdisciplinary researchers, disciplinary researchers and external actors with interest in the research).

Na citação anterior, são claramente enfatizadas as seguintes facetas da transdisciplinaridade:

- enfoque em problemas da vida real
- metodologia evolutiva
- colaboração entre participantes e outros interessados na investigação



A investigação transdisciplinar é assim realizada com a intencionalidade explícita de resolver problemas complexos e multidimensionais (problemas transdisciplinares), na convicção de que são desse tipo os reais problemas que a sociedade tem de enfrentar, os quais extravasam as fronteiras limitadas dos referenciais disciplinares.

Sendo a resolução de problemas muitas vezes utilizada como metáfora para descrever a prática da investigação em geral (cf. Popper e Khun, por exemplo), essa metáfora assume particular acuidade quando se trata da investigação transdisciplinar, dada a relação, pode dizer-se umbilical, entre esse tipo de abordagem à realidade complexa e a resolução de problemas verdadeiros. Expressões como “enfoque em problemas”, “resolução de problemas”, “problemas sociais” ou “problemas da vida real” são, com efeito, recorrente e reiteradamente, utilizadas e enfatizadas na literatura sobre a transdisciplinaridade.

Percebe-se, assim, que alguns autores comecem a olhar a ABRP como uma via adequada de levar à prática o exercício da transdisciplinaridade (Nordahl & Serafin, 2008), nomeadamente em contexto de formação, seja ela inicial ou contínua. E compreende-se que assim seja já que, como a seguir se pretende mostrar, os eixos nucleares da investigação transdisciplinar – *enfoque em problemas da vida real, metodologia evolutiva* (dotada de forte imprevisibilidade) e *colaboração entre participantes e outros atores implicados* – são também eixos estruturantes das propostas didáticas apoiadas na ABRP.

Nordahl e Serafin (2008), advogam, em conformidade, o desenvolvimento de currículos, programas e estratégias transdisciplinares que tenham como pilares fundamentais os princípios da ABRP. Procuram, por outro lado, levar à prática esses princípios, como bem o ilustra o trabalho que publicaram com o título “Using problem based learning to support transdisciplinarity in an HCI education”, trabalho esse inserido num programa de investigação mais vasto a decorrer na Universidade de Aalborg, Copenhaga.

Como é sabido, o modelo ABRP, tal como foi delineado pelos seus pioneiros na Universidade de Macmaster, no Canadá, assenta na premissa de que é possível chegar ao conhecimento integrado através de abordagens em que os alunos são estimulados a refletir sobre problemas de perfil transdisciplinar e a procurar a informação de que carecem para poderem chegar a possíveis soluções para esses problemas, com isso ampliando a sua base de conhecimento conceptual e processual (Barrows, 2009; Barrows & Tamblyn, 1980).

Independentemente do contexto específico de aprendizagem, o problema colocado deve ser real e aberto, de maneira a criar a necessidade de o aprendente ir em busca de conhecimento e de servir como *impetus* para os alunos ampliarem a sua base de conhecimento sobre o assunto, assim como desenvolverem competências de resolução de problemas, em particular de ordem metacognitiva (Barrows, 2000; Hmelo-Silver, 2000).

Apesar de haver considerável variação entre os currículos, os cursos ou as abordagens pedagógicas

apoiadas na ABRP, há seis características nucleares que, de uma forma ou de outra, são comuns a todos eles (Hmelo-Silver, 2004). De acordo com Barrows (1996), um dos pioneiros do modelo ABRP, essas características podem ser assim sintetizadas:

Na ABRP, o processo de ensino e aprendizagem é centrado no aluno. Os alunos, sob a supervisão de um tutor (por exemplo, o professor), são estimulados a assumir a responsabilidade pela sua própria aprendizagem, identificando o que precisam de saber e as formas de o conseguir, para melhor poderem lidar com o problema em foco.

A aprendizagem é realizada em pequenos grupos, na forma de trabalho colaborativo. Dessa maneira, os alunos adquirem importantes competências sociais e poderão contar com o apoio dos colegas nas tarefas de aprendizagem.

O professor atua como facilitador ou guia do processo de aprendizagem. Compete ao professor promover, nomeadamente, a comunicação metacognitiva, ajudando os alunos a colocar questões, para melhor compreenderem a natureza do problema e conseguirem chegar a possíveis soluções.

Os problemas funcionam simultaneamente de organizadores e de estímulo à aprendizagem. O problema é assim encarado como ponto de partida para novas aprendizagens, tornadas imprescindíveis face aos desafios que a situação problemática coloca e perante as lacunas de informação que certamente se verificarão. O problema garante, por outro lado, a relevância necessária para que a motivação intrínseca possa ser estimulada. Ao tentarem compreender o problema, os alunos são levados a tomar consciência das novas aquisições conceptuais e procedimentais que têm de realizar, proporcionando, desse modo, o contexto apropriado para que a necessidade de integrar conhecimento de diversas áreas de conhecimento se faça sentir.

Os problemas são o veículo para a aquisição e o desenvolvimento de competências práticas de resolução de problemas. A situação problemática sugerida deve replicar as situações problemáticas da vida real (ou ser delas extraída), ou seja, ser apresentada de forma difusa e pouco estruturada, ainda que estimulante.

A nova informação é adquirida através de uma dinâmica de aprendizagem auto-dirigida. Como corolário das características anteriores, nomeadamente a centração na aprendizagem e o papel de facilitador atribuído na ABRP ao professor, espera-se que os alunos, mediante um empenhamento autossustentado nas tarefas, aprendam a partir do conhecimento que a sociedade foi acumulando e distribuindo ao longo dos tempos.

Tendo por referência estes traços distintivos, Hmelo-Silver (2004) apresenta, do modo que a seguir se explicita, os cinco grandes objetivos que devem nortear a ABRP:

Construir uma base de conhecimento ampla e flexível – essa base deve estender-se para além dos conceitos básicos e levar o aluno, em trabalho colaborativo, à integração de informação transversal a

diversas áreas de conteúdo. Como tal, a informação deve ser apresentada de forma a que o aluno rapidamente seja capaz de relembrar o que aprendeu e aplicar o conhecimento sob várias circunstâncias.

Desenvolver competências de resolução de problemas – o que implica que o aluno mobilize uma gama de estratégias metacognitivas, tais como planear, monitorizar e avaliar, as quais lhe permitem regular o processo de resolução.

Desenvolver competências de aprendizagem autónoma e duradoura – tal como no caso anterior, a metacognição afirma-se aqui também vital. Os alunos necessitam, assim, de tomar consciência daquilo que são capazes de compreender e desenvolver a capacidade de definir e avaliar metas de aprendizagem pertinentes.

Colaborar ativamente na execução das tarefas – inclui o desenvolvimento de competências de trabalho colaborativo, tais como a negociação, a resolução de conflitos e o estabelecimento de consensos.

Promover a motivação intrínseca – esta é particularmente beneficiada quando os grupos formados partilham metas e interesses de aprendizagem e desafios a superar.

### **3. Implicações para a formação de professores de Ciências**

Numa escola como a nossa, em que ainda não se conseguiu, em termos de tendência geral, chegar ao grau de aprofundamento mais baixo da interdisciplinaridade – mesmo em disciplinas como as ciências físico-químicas que, até pela sua própria designação, seria suposto reunirem condições favoráveis para que tal acontecesse (Martins et al., 2002) –, a transdisciplinaridade na educação em ciências é, por enquanto, uma meta que, apesar de incontornável enquanto ideal, é na prática difícil de concretizar. Dado o seu perfil transdisciplinar, algo de idêntico se passa com a ABRP, tanto em Portugal, como um pouco por toda a parte.

Na verdade, se na área da educação médica (ou, em termos mais gerais, da educação de profissionais da saúde), em que a ABRP nasceu e se consolidou, são vastas e diversificadas as referências na literatura a projetos de formação suportados neste modelo de ensino e aprendizagem ou nele influenciados, no domínio da educação em ciências esse manancial é bem mais limitado. Mesmo na área da saúde, a vasta evidência recolhida nem sempre é conclusiva, no que tem a ver com a possível vantagem pedagógica da ABRP relativamente a abordagens de recorte mais tradicional, em que a tónica é posta no ensino, em particular no ensino transmissivo (Wijnia, Loyens, & Derous, 2011). Por outro lado, sempre que a evidência tem apontado para a existência de ganhos favoráveis à ABRP, esses ganhos são sobretudo em variáveis de âmbito socioafectivo (atitudes e motivação, por exemplo), e não tanto em variáveis cognitivas e metacognitivas, nomeadamente nas que se relacionam com o conhecimento do conteúdo (Hmelo-Silver, 2004; Iglesias, 2002).

Há, além disso, que reconhecer que diversos e poderosos são os constrangimentos que é necessário enfrentar quando se opta por currículos, cursos ou abordagens didáticas apoiadas na ABRP. A rigidez de programas e a necessidade de os cumprir mediante a pressão da avaliação, em particular dos exames, as dificuldades dos diversos atores educativos em experienciarem a mudança de paradigma que a transdisciplinaridade e por isso a ABRP necessariamente implicam, a própria resistência de pais e encarregados de educação ou a escassez de materiais adaptados a essa metodologia, aí incluindo os manuais didáticos, são apenas alguns exemplos. Deliberadamente, não incluímos nessa listagem, necessariamente incompleta, o fator que sempre há de revelar-se decisivo em qualquer reforma ou mudança educativa que se queira pôr em prática, ou seja, o professor.

Apesar de centradas no aluno e de lhe concederem grande autonomia, seja em trabalho individual ou em trabalho colaborativo com os colegas, as abordagens suportadas na ABRP reservam ainda assim ao professor um papel determinante, embora diverso daquele que desempenha nos modelos tradicionais. Ainda que perdendo algum protagonismo ao atuar no novo cenário de aprendizagem, por comparação com os cenários convencionais, ao professor a ABRP atribui a importante função de facilitador e mediador da aprendizagem dos alunos.

Este modelo pedagógico procura, a esse respeito, não cair nos equívocos em que incorreu o designado movimento da aprendizagem por descoberta autónoma que teve o seu apogeu em meados do século passado. O modelo não parte, nomeadamente, do pressuposto de que o aluno descobre conhecimento, mas antes que é capaz de assimilar e aprender a aplicar conhecimento já produzido à resolução de problemas da vida real. Com isso, ficará por certo equipado, não apenas com uma base de conhecimento mais ampla e mais integradora, como desenvolvendo, também, importantes competências cognitivas, afetivas e socioemocionais que indiscutivelmente lhe virão a ser úteis para a vida em sociedade, aí incluindo o exercício de determinada profissão.

Muitos professores poderão sentir que não se encontram devidamente equipados para assumir esse novo papel, bem diferente daquele que viram os seus professores exercer e que eles próprios terão por certo vindo a desempenhar, ao longo da sua vida profissional. Pode assim criar-se notória *décalage* entre aquilo que o professor até poderia estar interessado em experimentar e aquilo que ele se sente efetivamente capaz de fazer. Esse tipo de desajustamento só poderá ser atenuado se o professor tiver quem o ajude a ser mediador da aprendizagem que agora ele próprio terá de realizar, sendo capaz de trocar de papéis, ou seja, de passar de facilitador da aprendizagem de outros a protagonista da sua própria aprendizagem. E essa ajuda pode o professor encontrá-la nos seus pares, trabalhando colaborativamente em autênticas comunidades de prática (Wenger, McDermott & William, 2002), ou então recorrer a facilitadores externos, em contextos estruturados de formação, seja ela inicial ou contínua. E aí é nossa convicção que a ABRP, até pela ênfase que concede à aprendizagem em contextos de prática autêntica, pode desempenhar um papel valioso, enquanto metodologia nuclear de suporte à formação. Começa, aliás, a haver sinais sustentados de que tal opção formativa pode ser

viável e frutífera, como é o caso dos dois exemplos que a seguir são apontados, um referente à formação inicial de professores e o outro à formação contínua. O primeiro (Iglesias, 2002) diz respeito à implementação, iniciada em 2000, na Universidade de Atacama, no Chile, de um novo currículo sustentado no modelo da ABRP, destinado à formação inicial de professores e enquadrado num grande projeto curricular subordinado ao lema “Teachers for the Twenty-First Century”; o segundo, já antes referenciado (Nordahl & Serafin, 2008), tem a ver com um estudo realizado no Canadá com professores do ensino básico, com o objetivo de examinar em que medida algumas das facetas do conhecimento pedagógico do conteúdo de ciências estão refletidas nas práticas desses professores, num contexto de aprendizagem por resolução de problemas. Com estes dois exemplos, foi nosso propósito mostrar que a ABRP vai, paulatinamente, cruzando as fronteiras do campo da didática e das práticas da educação em ciências, não obstante os constrangimentos que inescapavelmente se lhe colocam, os quais importa que não sejam negligenciados, para melhor poderem ser contornados.

Tudo isso pressupõe uma pedagogia nova, apoiada em professores cientes de que, para o cumprimento em plenitude da tarefa de que estão incumbidos, terão sempre de ter em conta que, como escreve Heidegger, ensinar pode até ser mais difícil do que aprender:

“Ensinar é (...) ainda mais difícil do que aprender. (...) porque é que ensinar é mais difícil do que aprender? Não se trata de que aquele que ensina deve possuir uma maior soma de conhecimentos e tê-los sempre disponíveis. Ensinar é mais difícil de aprender porque ensinar quer dizer “fazer aprender”. Aquele que verdadeiramente ensina não faz mesmo outra coisa senão aprender”. (Martin Heidegger, citado por Patrício e Sebastião, 2004, p.114).

#### 4. Referências bibliográficas

- Barrows, H., & Tamblyn, R. (1980). *Problem-based learning: An approach to medical education*. Nova Iorque: Springer.
- Brandt, P. et al. (2013). A review of transdisciplinary research in sustainability science. *Ecological Economics*, 92, 1-15.
- Dewey, J. (1974). *John Dewey – On education*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Freire, P. (1975). *Pedagogia do oprimido*. Porto: Edições Afrontamento.
- Gibbons, M. et al. (1994). *The new production of knowledge: The dynamics of science and research in contemporary societies*. Londres: Sage Publications.
- Goodnough, K., & Nolan, B. (2013). Engaging elementary teachers’ pedagogical content knowledge: Adopting problem-based learning in the context of science teaching and learning. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 8(3), 197-216.
- Hmelo-Silver, C. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266.
- Hodson, D. (1998). *Teaching and learning science: Towards a personalized approach*. Buckingham: Open University Press.
- Iglesias, J. (2002). Problem-based learning in initial teacher training. *Prospects*, XXXII(3), 319-332.
- Maingain, A., Dufour, B. & Fourez, G. (2002). *Approches didactiques de l’interdisciplinarité*. Bruxelles: De Boeck & Larcier.
- Martins, A. et al. (2001). *Livro branco da Física e da Química*. Lisboa: SPF/SPQ.

- Millar, R. & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. London: King's College London.
- Mobjörk, M. (2009). *Crossing boundaries: the frame of interdisciplinarity*. Estocolmo: Centre for Housing and Urban Research Series.
- Morin, E. (1999). *La tête bien faite – Repenser la réforme, réformer la pensée*. Paris: Éditions du Seuil.
- Neto, A. J. (1998). *Resolução de problemas em física: conceitos, processos e novas abordagens*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Nicolescu, B. (1999). *O Manifesto da Transdisciplinaridade*. São Paulo: Triom. Disponível em <http://www.ruipaz.pro.br/textos/manifesto.pdf>, 26/08/2013.
- Nordahl, R. & Serafin, S. (2008). Using problem based learning to support transdisciplinarity in an HCI education. *Design and Architecture(s) Journal*, 3(4), 94-101.
- Patrício, M. & Sebastião, L. (2004). *Conhecimento do mundo social e da vida: passos para uma pedagogia da sagesa*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Roldão, M. (1999). *Gestão curricular: fundamentos e práticas*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Toulmin, S. (1992). *Cosmopolis: The hidden agenda of modernity*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Wenger, E., McDermott, R. & William, M. S. (2002). *Cultivating communities of practice: A guide to managing knowledge*. Boston: Harvard Business School Press.
- Wijnia, L., Loyens, S., & Derous, E. (2011). Investigating effects of problem-based learning versus lecture-based learning environments on student motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 36(11), 101-113.

## Os Problemas socio-científicos e a formação científica dos cidadãos

Cecília Galvão<sup>1</sup> & Paulo Almeida<sup>2</sup>

*<sup>1</sup> Instituto de Educação, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal; <sup>2</sup> Unidade de Investigação e Desenvolvimento em Educação e Formação, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal*

### Resumo

Numa sociedade baseada no conhecimento, os processos de ensino e aprendizagem devem centrar-se mais na utilidade do conhecimento e na sua mobilização na resolução de problemas do quotidiano do que na preocupação com o que sabemos. Esta perspetiva tem implicações na forma como concebemos um indivíduo cientificamente literato. Neste contexto, a formação científica deve ter um papel fundamental no desenvolvimento de cidadãos comprometidos com questões sociocientíficas. Esta comunicação procura iluminar acerca dos processos de construção, pelos alunos, de uma explicação ou de um texto argumentativo em resposta a uma questão / problema com implicações sociais. Os resultados indiciam que alguns alunos revelaram uma compreensão sistémica dos fenómenos em causa e utilizaram provas que sustentam conclusões. Contudo, outros existem que apresentaram dificuldades em identificar informação relevante e em mobilizar conhecimento científico ou em explicitar as relações entre dados e enunciados, recorrendo, com frequência, a ideias do senso comum.

### 1. Contextualização e objetivos

Os currículos portugueses de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia, para o Ensino Básico e Ensino Secundário, respetivamente, apresentam como grande finalidade o desenvolvimento da literacia científica dos alunos. Uma educação em ciência que problematize os assuntos e que, de forma explícita, contemple as complexas relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade pode facilitar o envolvimento dos alunos na análise de problemas ou questões sociocientíficas.

Este trabalho pretende contribuir para melhor compreender como os alunos constroem uma explicação ou um texto argumentativo desenvolvidos em torno de questões/problemas socio-científicos e/ou que envolvem o quotidiano. Para tal, apresentamos dois contextos diferenciados: um resulta da análise de respostas de alunos do 9.º ano de escolaridade a uma pergunta de uma prova escrita, de âmbito nacional, relacionada com a análise de uma situação de desequilíbrio do organismo humano; a segunda, consiste na análise do produto final de um trabalho em grupo, realizado por alunos do 10.º ano de escolaridade, que tinha por objetivo avaliar o risco sísmico da região em que a escola se insere.

## 2. Fundamentação teórica

É comum ouvirmos o apelo à necessidade imperiosa de elevar os níveis de literacia científica da população portuguesa. Por vezes, também, existem discussões, no espaço público, entre diferentes setores da sociedade (Governo, investigadores, professores, comentadores,...) acerca de processos para melhorar, de forma significativa, os indicadores de literacia dos alunos. Para além destas discussões, mais ou menos, (in)formais, surgem, por vezes, notícias, nos meios de comunicação social, que procuram alertar para a necessidade de mais e melhor formação científica dos cidadãos. Contudo, será que todas estas referências têm por base o mesmo conceito de ‘literacia científica’? A investigação realizada no domínio da educação em ciência, permite-nos afirmar que provavelmente não! Conforme refere Martins (2003), o conceito de literacia científica tem-se modificado ao longo do tempo. Numa perspetiva sincrónica, o seu significado, também, está dependente de um conjunto de fatores contextuais:

“...defendemos que o conceito de literacia científica não poderá nunca ser único, pois dependerá sempre do contexto onde é aplicado e é relativo à sociedade onde é usado. Deste modo, será sempre dependente da época (sentido histórico), do contexto socioeconómico (tipo de atividades profissionais) e do enquadramento social (aspetos culturais). Trata-se, portanto, de um conceito socialmente construído, móvel no espaço e evolutivo no tempo” (p.21).

O conceito de literacia científica tem sido controverso no seio da comunidade científica (Sadler, 2011). A primeira referência escrita a este conceito ocorreu num artigo de Paul Hurd, em 1958, publicado na revista *Educational Leadership*, com o título *Science Literacy: Its meaning for American schools*. Nele, o autor defende, por um lado, a atualização dos currículos de ciências da época, face aos grandes avanços tecnológicos alcançados e que permitiram, por exemplo, o lançamento do Sputnik, pela União Soviética e, por outro, a necessidade de uma educação científica para todos. O artigo denota uma perspetiva de educação científica centrada na aprendizagem de conteúdos e processos científicos, ainda que nele se aborde uma mudança na prática docente, com a finalidade de promover um ensino mais centrado nos alunos. Para tal, Hurd propõe que os alunos desenvolvam atividades de investigação como forma de tornar mais relevante e atraente a educação científica, procurando envolvê-los nos processos científicos. O artigo revela, contudo, uma dimensão internalista da própria ciência, ainda que com tentativas, pouco concretas, de procurar um olhar externo da atividade científica, como se depreende da seguinte citação:

As ramificações da ciência são tais que [os problemas] não podem ser mais considerados separadamente das humanidades e dos estudos sociais. (...) Um ensino de ciências moderno deve, em muitos pontos, considerar questões relacionadas com os processos de mudança social (Hurd, 1958, p. 16).



Ao longo das últimas cinco décadas, muito se tem discutido e dissertado acerca do conceito de literacia científica, sem que se consiga encontrar uma definição consensual ou universal. Há quem lhe atribua um papel orientador na educação, imputando-lhe a função de “*slogan* utilizado pelos educadores para orientar o desenvolvimento curricular e a prática na sala de aula” (Aikenhead, 2009, p. 19).

Recentemente, Roberts (2007, 2011) avançou com uma proposta acerca do conceito, atribuindo-lhe duas perspetivas concorrentes que designou de *Visão I* e *Visão II*, situando-as em extremos opostos. Estas visões têm sido um dos focos de conflito ou tensão entre as fações que procuram centrar a educação em ciência nos seus aspetos disciplinares internos e os que defendem uma compreensão do empreendimento científico enfatizando as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade, contribuindo para o desenvolvimento de uma conceção de ciência nos alunos, enquanto empreendimento humano influenciado pelo meio exterior.

A *Visão I* é conotada com uma conceção ortodoxa de ciência, sendo considerados literatos os cidadãos que possuam conhecimentos dos produtos, dos processos e que saibam identificar características do empreendimento científico. Esta visão dá prioridade à dimensão substantiva da ciência, nela se valorizando o conhecimento científico canónico. Segundo Roberts (2011), esta visão acerca da literacia científica, que o autor denomina de ‘literacia em ciência’, pretende desenvolver nos indivíduos um conjunto de aptidões ou capacidades que assentam em quatro pilares: (1) estrutura da ciência, acerca de como funciona a ciência enquanto empreendimento intelectual; (2) desenvolvimento de capacidades científicas, em que se dá ênfase às capacidades processuais da ciência; (3) explicações corretas, acentuando-se os produtos da ciência e as suas qualidades cumulativas e de autocorreção e (4) alicerces sólidos, com a finalidade de permitir novas e mais complexas aprendizagens ao longo do percurso académico.

A *Visão II* distingue-se da anterior pela dimensão externalista que atribui à ciência. Um cidadão cientificamente literato, nesta perspetiva, é capaz de refletir, negociar, tomar decisões de forma consciente, responsável e fundamentada sobre assuntos ou questões que, para além de conhecimento científico, podem envolver outras dimensões (moral, ética, política, social, religiosa). Segundo esta visão, a formação científica permitirá que os indivíduos se apercebam da complexidade dos assuntos científicos, relacionando-os com problemas com que se poderão defrontar enquanto cidadãos e cuja resolução não está meramente dependente da apropriação prévia de conhecimento substantivo ou processual. Assumindo esta visão uma

perspetiva de cidadania ativa e responsável, outra expressão tem surgido na tentativa de vincar uma atitude mais proactiva e de ação no domínio das políticas públicas e sociais de ciência, por parte dos cidadãos literatos: “envolvimento público com a ciência” (Osborne, 2004). Aikenhead (2009) leva-nos a refletir sobre esta visão de literacia científica, questionando da seguinte forma:

Até que ponto é que os estudantes portugueses funcionarão bem na sua própria sociedade caracterizada por avanços científicos e tecnológicos, tais como os de organismos geneticamente modificados, a procura global da energia, o projeto do genoma humano, a produção de órgãos, Ritalin para os jovens, Viagra para os velhos e Prozac para todos? Por outras palavras, como se pode capacitar (*empower*) os estudantes para obterem um controlo responsável sobre os seus próprios destinos e lidarem com os aspetos científicos e tecnológicos da sua sociedade? (pp. 19-20).

Assim, de acordo com a *Visão II*, os alunos devem ser preparados para viver numa sociedade democrática, pelo que precisam de contactar com questões cuja resolução exige a análise e discussão de várias perspetivas sobre as quais é necessário deliberar. Para os investigadores que defendem esta conceção de literacia científica, em que nos revemos, não basta que os alunos aprendam conhecimentos substantivos e desenvolvam competências ou atitudes consistentes com a compreensão pública de ciência. É necessário que os alunos percebam a relevância das aprendizagens realizadas e que lhes atribuam significado, como refere Aikenhead (2009), “A literacia científica apela a um currículo científico relevante, do ponto de vista dos cidadãos” (p. 27). Este autor, publicou recentemente um trabalho em colaboração com outros dois investigadores – Orpwood e Fensham – no qual se valoriza o conhecimento enquanto ação social contextualizada, isto é, considera-se que o conhecimento apropriado pelos alunos deve sê-lo com a finalidade de promover uma literacia em ação (*literacy-in-action*). Esta necessidade imperiosa de alterar os currículos de ciências e os processos de ensino necessários para fomentar uma ação científica informada e interventiva decorre, segundo os mesmos autores, de vivermos numa economia baseada no conhecimento (*knowledge-based-economy*). Assim, numa Sociedade de Conhecimento, o significado fundamental de literacia científica dever ser o de literacia em ação:

A literacia científica numa Sociedade de Conhecimento, é necessariamente literacia em ação – literacia em ação oral, escrita e digital. Consequentemente, a literacia científica como uma finalidade educacional assume uma conotação mais ativa do que passiva. A literacia científica não é sobre ‘Quanto é que sabemos?’, mas antes ‘O que se pode aprender quando surge a necessidade?’ e ‘Como efetivamente se podem usar as aprendizagens para lidar com situações que envolvem a ciência e tecnologia relacionadas com o mundo do trabalho ou com o mundo quotidiano dos cidadãos?’. A mudança no resultado – de ‘saber que’ para ‘saber como aprender e usar este conteúdo relevante’ – representará uma mudança radical nas políticas curriculares da ciência escolar (Aikenhead, Orpwood, & Fensham, 2011, p.31).

Neste sentido, torna-se evidente que estes autores apoiam tendencialmente a *Visão II*, de literacia científica, ao sugerirem que a ciência escolar se deve afastar da perspetiva exclusivamente científica sustentada pela *Visão I*. Esta não pressupõe todas as oportunidades de aprendizagem que se preveem na *Visão II* (Roberts, 2011), por se limitar a uma conceção mais restrita. Já a *Visão II* oferece uma combinação de conhecimentos teóricos, tecnológicos e práticos e uma perspetiva externalista na análise de situações relacionadas com a ciência e a tecnologia, mais propiciadora de uma formação científica relevante para o exercício pleno de uma cidadania ativa e crítica.

Nesta conceção, parece ressaltar a posição da ‘educação pela ciência’ como a que mais se adequa ao desenvolvimento de uma literacia científica que capacite os alunos para atuarem na defesa de determinadas posições, de forma fundamentada, quando colocados perante problemas complexos, como os de natureza sociocientífica. Daí que o recurso a uma abordagem problemática dos assuntos nos pareça apropriada para a finalidade pretendida. Para além de fomentarem o envolvimento dos alunos na co-construção dos conhecimentos, a utilização de problemas ou questões atuais ou relevantes “suscita o interesse e a participação ativa dos alunos, no desenvolvimento das competências necessárias à resolução dessas situações problemáticas, e promove a construção de uma ideia mais humana dos empreendimentos científico e tecnológico” (Galvão & Reis, 2008, p. 131). As ideias em torno desta dimensão humanista da ciência são, segundo alguns autores (Aikenhead, 2006; Zeidler et al., 2003), contributos fundamentais para que cidadãos cientificamente literatos se sintam legitimados a participar em processos de tomada de decisão (Lave & Wenger, 1991). A abordagem de problemáticas sociais em sala de aula tem sido defendida como adequada aos propósitos antes referidos (Reis & Galvão, 2008, 2009; Zeidler et al., 2003).

Segundo Sadler (2011), as questões ou problemas socio-científicos têm uma natureza controversa e apresentam ligações conceptuais ou processuais à ciência. Habitualmente, correspondem a problemas abertos, que não têm uma resposta única, podendo ser diversas as soluções propostas. Estas soluções devem basear-se em princípios científicos, teorias e dados, mas não podem ser determinadas somente a partir de considerações científicas, pois outros fatores (sociais, políticos, económicos, éticos,...) podem influenciar os decisores. Aquele autor encontra semelhanças entre aquilo que designa como ‘movimento das questões sociocientíficas’ (*SSI movement*) e as abordagens CTS, considerando que “O movimento SSI foi desenvolvido sobre outras abordagens que compartilham o objetivo de preparar melhor os

alunos para participarem de discursos e decisões relacionadas com questões socialmente relevantes associadas à ciência” (Sadler, 2011, p. 4).

Na procura de uma solução para os problemas socio-científicos, os indivíduos são levados a mobilizar discursos dialógicos, de natureza deliberativa, nos quais têm de raciocinar, criticar e justificar, ou seja, têm de argumentar (Zeidler et al., 2003) e de construir explicações. Alguns autores como Osborne e Patterson (2011) têm insistido em diferenciar estas duas práticas científicas discursivas, ainda que a ambas sejam atribuídos significados e usos diversos. No contexto deste trabalho, consideramos que estas práticas são complementares, estando a explicação mais orientada para a construção de significados acerca de um fenómeno e a argumentação para a persuasão de um auditório, acerca da validade de um enunciado ou conclusão, com recurso ao uso de provas.

Ainda que várias investigações tenham vindo a demonstrar a importância da discussão em torno de problemas socio-científicos para a formação dos alunos, envolvendo processos deliberativos, alguns autores têm concluído que a argumentação é rara nas aulas de ciências (Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2008; Sampson et al., 2011). Estes últimos autores afirmam, nomeadamente, que “A maioria dos estudantes nunca teve a oportunidade de participar na argumentação científica e não compreende as ‘regras do jogo’, daí que sejam forçados a recorrer a formas de argumentação cotidianas” (p. 195). Desta forma, uma mudança de práticas é exigível para que a argumentação deixe de ser considerada uma prática periférica ou marginal na educação em ciência, ocupando o lugar central que lhe é devido (Zeidler et al., 2003).

### **3. Metodologia**

Considerando a natureza dos objetivos do presente trabalho, optámos por recorrer a um processo de análise qualitativa de conteúdo (Krippendorff, 2004) dos dados recolhidos, adotando uma abordagem interpretativa (Erickson, 1986). Tendo em conta que os dados foram obtidos em dois contextos distintos, decidimos constituir dois casos. Em seguida, explicitamos em que consistiu cada um deles.

#### ***Caso 1***

Este caso insere-se num estudo mais amplo no âmbito do projeto de investigação – Avaliação do Currículo das Ciências Físicas e Naturais do 3.º ciclo do Ensino Básico<sup>1</sup> e constitui uma síntese do trabalho elaborado por Faria, Freire, Baptista e Galvão (in press). O projeto tinha

em perspetiva duas finalidades principais: (1) identificar razões para os baixos índices de literacia científica dos alunos portugueses, no final da escolaridade obrigatória e (2) apresentar recomendações para fomentar a literacia científica dos jovens. No enquadramento destas finalidades foram definidas várias tarefas, tendo uma delas o objetivo de identificar as competências desenvolvidas pelos alunos no final da escolaridade básica. Para tal, foram recolhidas e analisadas respostas de 528 alunos, a perguntas de um teste intermédio de Ciências Naturais, elaborado pelo Gabinete de Avaliação Educacional (GAVE), no ano letivo de 2010/11.

Neste caso debruçamo-nos sobre as respostas apresentadas pelos alunos ao item 9, do grupo III, de resposta aberta, que explorava o tema “Viver melhor na Terra”. O enunciado do referido item era o seguinte: “A diminuição de estrogénios contribui para um aumento do chamado mau colesterol. Na menopausa verifica-se a progressiva paragem do ciclo ovárico. Explica de que forma a menopausa contribui para o aumento do risco de ocorrência de acidente vascular cerebral”. Ainda que a menopausa não seja um assunto explicitamente contemplado nas orientações curriculares, os alunos trabalham, ao longo do tema organizador referido, conceitos que estão diretamente relacionados com o item em questão, como sejam ‘ciclo ovárico’, ‘hormonas’, ‘colesterol’ e ‘acidente vascular cerebral (AVC)’. Como referem as autoras, a resposta deveria evidenciar o estabelecimento de três relações para se poder concluir sobre a relação entre a menopausa e o aumento do risco de AVC: (1) A progressiva paragem do ciclo ovárico (menopausa) conduz à diminuição da produção de estrogénios; (2) A diminuição da produção de estrogénios contribui para um aumento do mau colesterol e (3) O aumento do mau colesterol contribui para o aumento do risco de ocorrência de um AVC. É de salientar que a relação indicada em (2) encontrava-se expressa no enunciado do item.

Cada uma das respostas dos alunos foi incluída numa de duas categorias principais: (A) A resposta não apresenta uma explicação aceitável do fenómeno; (B) A resposta evidencia uma explicação adequada do fenómeno. Estas duas categorias, por sua vez, foram divididas noutras subcategorias, de acordo com os seguintes critérios: (A.1) A resposta consiste numa explicação baseada em conhecimentos do senso comum; (A.2) A resposta apresenta informação relevante mas recorre ao senso comum para explicar uma das relações (1) ou (3); (A.3) A resposta evidencia a utilização e compreensão de conceitos científicos para explicar uma das relações (1) ou (3); (B.1) Na resposta são identificáveis informações relevantes, para além da utilização de conceitos científicos e da articulação de conhecimentos diferentes, sendo que a conclusão é explorada recorrendo ao senso comum, ainda que as relações (1) e/ou

(2) tenham sido apresentadas de forma adequada, em termos científicos; (B.2) com critérios idênticos a (B.1), sendo a resposta reveladora de uma exploração científica apropriada da conclusão.

## ***Caso 2***

Os dados referentes a este caso fazem parte de uma investigação mais ampla, inserida no âmbito de uma tese de doutoramento<sup>2</sup>, cuja finalidade principal foi a de estudar concepções e práticas de professores do ensino secundário sobre argumentação científica. Durante uma das componentes do trabalho empírico, realizada durante o ano letivo de 2010/11, foram observadas aulas da disciplina de Biologia e Geologia, do 10.º ano de escolaridade, em duas turmas de escolas diferentes.

Os dados, que foram alvo de análise para esta comunicação, referem-se ao produto que resultou de um trabalho em grupo, proposto numa das turmas, no final da unidade didática de sismologia. A turma era constituída por 14 alunos, seis do sexo feminino e oito do sexo masculino, distribuídos por quatro grupos: dois, com quatro elementos e outros dois, com três elementos. A proposta de trabalho apresentada pela professora foi a seguinte: “No final desta unidade, propõe-se que elabores um trabalho de pesquisa que te permita avaliar o risco sísmico de X [*localidade da escola*]. Nota: Tendo em conta que X é uma península estando ligada ao continente por um istmo, analisa a localização dos edifícios básicos em situação de catástrofe”. Esta tarefa, com características próximas dos designados problemas ou atividades autênticas (Jiménez-Aleixandre, 2010), constituiu uma oportunidade para os alunos produzirem uma conclusão que necessitava ser apoiada num processo argumentativo, com uso de provas. A anteceder a apresentação desta proposta de trabalho, a professora desenvolveu uma narrativa, recorrendo a slides, com a descrição de alguns dos principais aspetos da história geológica da região, como forma de envolver os alunos na realização da tarefa e para introduzir algumas informações que poderiam ser usadas na elaboração do trabalho. Para além destas informações, numa das aulas antecedentes, a turma tinha discutido uma tarefa cujo conteúdo abordava o conceito de risco sísmico. Esta tarefa tinha sido construída pela professora com base num texto retirado do artigo “Riesgo sísmico”, publicado na revista “Enseñanza de las Ciencias de la Tierra”, no ano de 2003. Neste artigo, os autores caracterizam o risco sísmico como a “combinação da perigosidade sísmica, a vulnerabilidade dos edifícios e as perdas económicas (expressas em termos de unidades monetárias). É um conceito de ordem social e económica” (González, & Mases, 2003, p. 44). No texto é, ainda, apresentada uma fórmula que permite relacionar o risco sísmico (RS) com as variáveis

indicadas. Assim,  $RS = PS \times V \times CE$  (PS = perigosidade sísmica; V = vulnerabilidade; CE = custos económicos).

Através da análise que realizámos ao conteúdo dos trabalhos dos alunos, procurámos saber de que forma eles utilizaram (ou não) informações científicas que apoiassem as conclusões a que chegaram, considerando as variáveis de que depende o risco sísmico de uma região.

#### **4. Apresentação e discussão dos resultados**

Considerando a especificidade de cada um dos contextos descritos na secção anterior, iremos apresentar e discutir os resultados obtidos para cada um dos casos, de forma independente.

##### ***Caso 1***

Os resultados expressos, em seguida, representam uma síntese dos que se encontram descritos no artigo de Faria e colaboradoras (in press):

Cerca de 25% (n=134) dos testes recolhidos não continham qualquer resposta ao item 9, do teste intermédio;

As 394 respostas analisadas revelaram diferentes níveis de competência na explicação de um fenómeno relacionado com a saúde, distribuídas da seguinte forma: 165 foram incluídas na categoria A e 229, na categoria B, o que permite afirmar que a maioria dos alunos que responderam ao item 9., construiu uma explicação adequada para o enunciado expresso no teste;

A distribuição das respostas pelas cinco subcategorias é a que se apresenta na Tabela 1. A partir destes dados, concluímos que 34% dos alunos construiu uma explicação científica apropriada, estabelecendo relações causais adequadas e tendo utilizado os conceitos científicos ajustados ao contexto do item. Por outro lado, 42% das respostas revelaram o não cumprimento de algum dos critérios necessários para as qualificar como ‘corretas’: identificação de informação relevante; compreensão dos conceitos científicos, utilização de conhecimento e linguagem científica apropriadas.

Vamos, agora, olhar com mais detalhe para três das subcategorias – A.1. A.2 e B.1, apresentando alguns exemplos de resposta dos alunos. A seleção destas subcategorias prende-se com o facto de nelas se distinguirem duas formas de conhecimento presentes nas aulas de ciências: científico e senso-comum.

**Tabela 1 – Distribuição das respostas dos alunos pelas categorias e respetivas subcategorias**

<b>Categoria</b>	<b>Subcategoria</b>	<b>Frequência absoluta (%)</b>
Categoria A	A.1	59 (15)
	A.2	39 (10)
	A.3	67 (17)
Categoria B	B.1	95 (24)
	B.2	134 (34)

A subcategoria A.1 inclui respostas que não explicam, de forma científica, a conclusão apresentada no enunciado do item, ou seja, não estabelecem a relação entre a menopausa e o aumento de risco de AVC. Os alunos mostraram-se incapazes de identificar informação relevante no texto do item e as explicações apresentadas são baseadas em crenças populares, como se percebe da leitura do exemplo de resposta seguinte: “As hormonas não são produzidas e, portanto, pode ter consequências para as mulheres ... Isso pode afetar o cérebro e, geralmente, elas ficam com tonturas, stress acumulado e por aí fora... Assim, elas podem ter um AVC”. Nesta resposta não há qualquer menção à informação disponibilizada no texto introdutório do item e o aluno limitou-se a registar ideias vulgares acerca da menopausa: provocam tonturas, stress, afetam o cérebro e tudo isto pode contribuir para a ocorrência de um AVC.

A resposta que transcrevemos, em seguida, foi incluída em A.2: “Na menopausa, há uma paragem progressiva do ciclo ovário. Com a redução do estrogénio, a pessoa está disposta a comer mais. E também a comer alimentos de menor qualidade. Isso contribui para o aumento do mau colesterol. Este comportamento pode, no pior dos casos, contribuir para um aumento do risco de AVC”. A primeira afirmação foi retirada do texto do item, sendo as restantes da autoria do aluno, onde se expõem, tal como na citação anterior, um conjunto de ideias que se identificam com conceções do senso-comum, sem fundamentação científica: por que razão a redução dos níveis de estrogénios predispõe as mulheres a comer mais e a consumir alimentos de menor qualidade? E o que se considera alimentos de menor qualidade?

Por fim, citamos uma outra resposta, agora, incluída na subcategoria B.1: “A menopausa contribui para o aumento de risco de AVC, uma vez que na menopausa o estrogénio diminui o que contribui para o aumento do mau colesterol. O colesterol é quando observamos uma acumulação de gordura nas artérias. Como tal, o sangue tem dificuldade em passar, "difícilmente" chegando ao cérebro. Esta diminuição de estrogénio vai piorar a situação”. Nesta resposta há informação científica relevante, como o facto de na menopausa diminuírem



os níveis de estrogénios, o que contribui para o aumento do mau colesterol. Assim, a resposta contempla as relações (1) e (2), referidas na metodologia. Contudo, também revela uso de linguagem e de ideias do senso comum, como as que referem a ‘dificuldade do sangue em passar, “difícilmente” chegando ao cérebro’, ou a menção ao colesterol como “acumulação de gordura nas artérias”.

No total, cerca de 49% das 394 respostas dos alunos, ainda que com níveis de desempenho diferentes, contêm ideias e/ou linguagem de senso comum e são reveladoras da dificuldade em mobilizar conhecimento científico na construção de uma explicação. Isto por si só, pode indiciar que os alunos recorrem a crenças não fundamentadas cientificamente quando colocados perante a necessidade de elaborar uma explicação, neste caso concreto, sobre fenómenos biológicos que podem afetar a saúde das mulheres em menopausa.

## ***Caso 2***

Os trabalhos dos quatro grupos qualificaram de elevado ou razoável, o risco sísmico da localidade em que a escola está localizada. Todos os grupos fundamentaram, com níveis de proficiência diferentes, a classificação proposta, com base na perigosidade sísmica, na vulnerabilidade e nos custos económicos. Para analisarmos, com maior acuidade, os fundamentos apontados nos trabalhos, vamos debruçar-nos, de forma independente, sobre cada uma delas.

### **A – Perigosidade sísmica**

Das três variáveis presentes na fórmula de determinação do risco sísmico, esta foi a mais focada nos quatro trabalhos. Para argumentar acerca da perigosidade sísmica da região em causa, três trabalhos contêm imagens – esquemas ou fotos – diversas: a carta portuguesa de isossistas, extratos da carta geológica da zona, mapa das principais falhas ativas do Quaternário. Contudo, apenas num dos trabalhos identificámos instâncias discursivas em que os alunos se socorrem da informação patente nas imagens para defender as respetivas afirmações ou enunciados, conforme se pode perceber pela seguinte citação: “De acordo com a carta de isossistas de Portugal, X encontra-se em zona de grau de intensidade VIII na escala de Mercalli modificada”. Nos restantes dois trabalhos, as imagens desempenharam um papel quase decorativo pois apesar de considerarmos que os alunos lhes atribuíram significado para a defesa das suas posições, efetivamente, não há qualquer explicitação no discurso escrito que permita estabelecer a correspondência entre os dados disponibilizados e os enunciados produzidos.

Para além das imagens, os alunos citaram, frequentemente, a constituição litológica dos solos como um fator de instabilidade em caso de ocorrência de um sismo. Contudo, apresentaram afirmações que não estão fundamentadas e não estabelecem relações com a conclusão final relativa à classificação do risco sísmico, como na citação seguinte: “As edificações não são seguras e os solos que as suportam também não são os melhores. Estes solos são rochas sedimentares, logo, são pouco densos (...) Nos solos pouco consolidados têm uma maior intensidade sísmica porque existe uma elevada propagação de ondas sísmicas”. O que significa ‘os solos não são os melhores’? E que relação existe entre a densidade das rochas sedimentares e o risco sísmico? Existem ainda, situações em que há incorreções científicas. Num dos trabalhos, os alunos referiram que “X é praticamente toda constituída por rocha sedimentar, ou seja, materiais não consolidados, que evidentemente não são o melhor material para uma área de risco sísmico”, associando rocha sedimentar a sedimentos. Um outro grupo citou somente provas de natureza geológica para apoiar a conclusão de elevado risco sísmico de X. Referiram a inclusão da localidade numa zona de intensidade sísmica elevada (de acordo com a carta portuguesa de isossistas de intensidade máxima), a existência de uma falha ativa que atravessa a região e a presença de uma brecha vulcânica. Contudo, ainda que, de forma mais imediata, se possa estabelecer alguma ligação entre a conclusão e os dois primeiros fatores enunciados, em relação ao último apenas podemos suspeitar que os alunos tenham levado em conta a existência de atividade vulcânica na região. Contudo, em território continental não há vestígios de vulcanismo ativo, na atualidade, pelo que não se compreende a relevância que os alunos terão atribuído a este fator para sustentar o elevado risco sísmico da região.

#### B – Vulnerabilidade sísmica

Com este critério pretende-se determinar o grau de dano esperado em edifícios quando submetidos à ação de um sismo. Os alunos exploraram, de forma comedida, esta variável. Referiram, essencialmente, que “as edificações não são seguras”, “os edifícios não são antissísmicos” ou que são estruturas antigas. Foram raras as referências ao seu estado de conservação ou à altura dos edifícios. Não encontramos qualquer menção ao tipo e qualidade dos materiais: se as estruturas estão construídas em alvenaria, betão armado, madeira ou aço. Aqui, mais do que para a variável anterior, os alunos recorreram a ideias do senso comum, pois nunca apresentam dados que garantam as afirmações expressas, por exemplo, em relação ao cumprimento das normas de construção antissísmica, ainda que pudessem alegar, neste

caso, a idade avançada de grande parte dos edifícios como fator de risco em termos de vulnerabilidade.

#### C – Custos económicos

Apenas dois trabalhos fazem referências a perdas diretas e indiretas. Num dos casos, apenas se citam possíveis perdas humanas; no outro, para além destas perdas, os alunos decidiram incluir uma breve referência às perdas diretas, devido a danos nos edifícios, exprimindo a opinião de que “os custos seriam bastante elevados”. Mais uma vez, não existe qualquer fundamentação para esta posição, pelo que o argumento é pouco consistente.

Em relação à localização de edifícios de importância especial – hospitais, bombeiros ou polícia – os alunos teceram algumas críticas. Consideraram que em situação de catástrofe sísmica, aquelas estruturas terão elevada probabilidade de ruir. Para chegarem a tal conclusão, os alunos recorreram, mais uma vez, a dados de natureza geológica como o facto de os “terrenos não serem consolidados”, ou devido à existência de uma falha que atravessa a localidade. Contudo, uma vez mais, as afirmações são muito generalistas e carecem de provas mais consistentes, existindo pouco cuidado na avaliação dos dados que permitem alcançar as conclusões apresentadas.

Em síntese, podemos afirmar que os trabalhos incluem algumas provas que sustentam as conclusões expressas. As provas de natureza geológica, podendo ser consideradas como as “mais científicas” por estarem diretamente relacionadas com os conteúdos habitualmente trabalhados em aula, foram as que os alunos mais utilizaram. Porém, nem sempre a relação que estabeleceram entre provas e conclusões está expressa de forma clara, devido à ausência dos fundamentos e garantias que contribuiriam para convencer os leitores acerca da validade dos argumentos apresentados.

### 5. Conclusões e implicações

A educação em ciência tem um papel fundamental a desempenhar no processo de formação dos cidadãos (Sadler, 2011). A *Visão II* de literacia científica perspetiva uma educação em ciência mais humanista (Aikenhead, 2003), com uma preocupação explícita em que os alunos estabeleçam relações entre os conteúdos que aprendem na sala de aula e o seu quotidiano – ciência em contexto social. Os dois casos discutidos anteriormente podem incluir-se nessa mesma perspetiva. Ainda que a dimensão sociocientífica seja mais explícita no segundo caso, devido à natureza do problema proposto, em ambas as situações os alunos foram postos

perante questões, com relevância social, que implicavam a compreensão do conteúdo científico na construção de uma explicação (caso 1) ou de um texto eminentemente argumentativo (caso 2). Neste, o problema era, ainda, de natureza interdisciplinar por envolver várias áreas do saber, para além da científica, como a económica, a social ou a política. Um dos objetivos dos problemas socio-científicos é contribuir para a educação para a cidadania, fomentando a tomada de decisões informadas. Contudo, para tal é necessário abordar, em contexto escolar, problemas com a complexidade inerente aos que vivenciamos no quotidiano.

Através da análise que apresentámos, constatámos que um conjunto de alunos revelou competências de análise e de compreensão de fenómenos complexos e utilizou provas para sustentar conclusões. Contudo, outros demonstraram incapacidade para identificar informação relevante, para compreender conceitos e usar conhecimentos científicos em processos explicativos. Por outro lado, num contexto argumentativo, ainda que os alunos tenham revelado capacidade para selecionar algumas provas em apoio às conclusões, nem sempre as relações entre esses dados e os enunciados produzidos são claras e evidentes, sendo que os textos argumentativos careciam de fundamentação. Paralelamente, os alunos revelaram, ainda, alguma dificuldade em integrar saberes de diferentes domínios, tendo valorizado, essencialmente, as provas que tipicamente estão mais relacionadas com uma conceção canónica de ciência, ou seja, com o conhecimento substantivo tradicionalmente trabalhado nas aulas de ciências.

Em termos de implicações, consideramos que se pretendemos formar cidadãos com maior capacidade interventiva na sociedade, a escola e, em particular, a educação científica tem de apostar na discussão de problemas sociais que promovam o pensamento crítico dos indivíduos. Assim, contribuir-se-á para os capacitar a formar autonomamente as suas opiniões e a participar na tomada de decisões que envolvam, nomeadamente, o empreendimento tecnocientífico e as suas relações com a sociedade.

<sup>1</sup>Projeto financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (PTDC/CPE-CED/102789/2008).

<sup>2</sup>Projeto financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (SFRH/BD/43438/2008).

## 6. Referências bibliográficas

Aikenhead, G. (2003). *Science education for everyday life. Evidence based-practice*. New York: Teachers College Press.

Aikenhead, G. (2009). *Educação científica para todos*. Mangualde: Edições Pedagogo.

- Aikenhead, G., Orpwood, G., & Fensham, P. (2011). Scientific literacy for a knowledge society. In C. Linder et al. (Eds.), *Exploring the landscape of scientific literacy* (pp. 28-44). New York: Routledge.
- Erickson, F. (1986). Qualitative methods in research on teaching. In M.C. Wittroch (Ed.), *Handbook of research on teaching* (pp. 119-161). New York, NY: Macmillan.
- Faria, C., Freire, S., Baptista, M., & Galvão, C. (in press). The construction of a reasoned explanation of a health phenomenon: An analysis of competencies mobilized. *International Journal of Science Education*.
- Galvão, C., & Reis, P. (2008). A promoção do interesse e da relevância do ensino da ciência através da discussão de controvérsias sociocientíficas. In R.M. Vieira, et al. (Eds.), *Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino das ciências – Educação científica e desenvolvimento sustentável* (pp. 131-135). Aveiro: Universidade de Aveiro.
- González, M., & Mases, M. (2003). Riesgo sísmico. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 11(1), 44-53.
- Hurd, P. (1958). Science literacy: Its meaning for American schools. *Educational Leadership*, 16(1), 13-16.
- Jiménez-Aleixandre, M.-P. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentacion y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.
- Jiménez-Aleixandre, M.-P., & Erduran, S. (2008). Argumentation in science education: An overview. In S. Erduran, & M.P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education* (pp. 3-27). Dordrecht: Springer.
- Krippendorff, K. (2004). *Content analysis. An introduction to its methodology*. Thousand Oaks: SAGE Publications.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning. Legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Martins, I.P. (2003). *Literacia científica e contributos do ensino formal para a compreensão pública da ciência*. Lição síntese apresentada para Provas de Agregação em Educação. Aveiro: Universidade de Aveiro. [Documento não publicado]
- Osborne, J., & Patterson, A. (2011). Scientific argument and explanation: A necessary distinction? *Science Education*, 95(4), 627-638.
- Reis, P., & Galvão, C. (2008). Os professores de Ciências Naturais e a discussão de controvérsias sociocientíficas: Dois casos distintos. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7(3), 746-772.
- Reis, P., & Galvão, C. (2009). Teaching controversial socio-scientific issues in Biology and Geology classes: A case study. *Electronic Journal of Science Education*, 13(1), 1-24.
- Roberts, D.A. (2007). Scientific literacy / Science literacy. In S.K. Abell, & N.G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 729-780). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Roberts, D.A. (2011). Competing visions of scientific literacy. The influence of a science curriculum policy image. In C. Linder et al. (Eds.), *Exploring the landscape of scientific literacy* (pp. 11-27). New York: Routledge.
- Sadler, T.D. (2011). Situating socio-scientific issues in classrooms as a means of achieving goals of science education. In T.D. Sadler (Ed.), *Socio-scientific issues in the classroom: Teaching, learning and research* (pp. 1-9). Dordrecht: Springer.
- Sampson, V., Simon, S., Amos, R., & Evagorou, M. (2011). Metalogue: Engaging students in scientific and socio-scientific argumentation. In T.D. Sadler (Ed.), *Socio-scientific issues in the classroom: Teaching, learning and research* (pp. 193-199). Dordrecht: Springer.
- Zeidler, D.L., Osborne, J., Erduran, S., Simon, S., & Monk, M. (2003). The role of argument during discourse about socioscientific issues. In D.L. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education* (pp. 97-116). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

## **A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas na Educação Ambiental**

**Clara Vasconcelos<sup>1</sup> & Joana Torres<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Porto, Portugal;* <sup>2</sup>*Centro de Geologia, Universidade do Porto, Porto, Portugal*

### **Resumo**

A metodologia da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas apresenta resultados positivos na aprendizagem de conteúdos científicos e no desenvolvimento de competências diversas como, por exemplo, de trabalho cooperativo, de questionamento ou de resolução de problemas. Inerente a tais aprendizagens acresce o desenvolvimento do raciocínio científico e a capacidade de procurar evidências recorrendo a várias estratégias que espelham o trabalho do cientista sendo, por isso, integrada numa perspetiva de ensino por investigação. No âmbito da Educação Ambiental para o desenvolvimento sustentável (mais especificamente no âmbito de cenários de geologia ambiental) os estudos quasi-experimentais realizados, combinados com outras técnicas de recolha de dados, permitem concluir que, em termos de domínio de conteúdos, os resultados não são superiores aos obtidos com a metodologia tradicional apoiada no manual escolar. Contudo, o papel mediador do professor, desde o estímulo ao questionamento até à promoção da argumentação, possibilita melhorias superiores ao nível do raciocínio científico.

### **1. Contextualização**

A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) é uma metodologia centrada no aluno cujo processo se inicia com a apresentação de um problema real cuja resolução é pessoal, social ou ambientalmente importante para o aluno. Implica uma mudança paradigmática em termos educacionais dado que os alunos se tornam construtores do seu conhecimento e o professor exerce o papel de mediador facilitando a procura da resolução do problema (Allen *et al.*, 2011). Saliente-se que a metodologia de ABRP deve ser particularmente utilizada para motivar os alunos para a aprendizagem autónoma, desenvolvimento de pensamento crítico e promoção do trabalho colaborativo (Barrows, 1986), assim como promover o desenvolvimento do raciocínio científico, de tomada de decisões e de autoavaliação (Vasconcelos, 2012).

Inicialmente introduzida nos currícula de medicina da América do Norte, atualmente a sua aplicação tem sido estendida a todo o mundo e com abordagem em várias disciplinas. Do sucesso na Educação em Medicina perscrutou-se o caminho para a sua implementação na Educação em Ciências, principalmente no ensino superior (Gürses *et al.*, 2007; BouJaoude, 1992; Huffman *et al.*, 1997), mas também no ensino básico e secundário (Almeida &

Vasconcelos, 2012). A investigação revela o sucesso da ABRP em áreas como a Química (Chandrasegara et al, 2008; Tarhan et al., 2008), a Bioquímica (Dods, 1996; White, 2001), as Ciências Forenses (Belt et al., 2002), a Física (Gürses et al., 2007), as Ciências da Terra (Chang, 2002), a Matemática (Taylor & MacDonald, 2007) e a Educação Ambiental (Vasconcelos, 2008; 2012). Contudo, em Portugal, os problemas apresentados nas aulas de Ciências continuam a ter uma abordagem tradicional: (i) o professor explica a teoria, (ii) o aluno pratica com problemas de papel e lápis, ou no laboratório seguindo protocolos; e (iii) o processo termina com a resolução de exercícios do manual escolar ou fornecidos pelo professor (Freitas *et al.*, 2004).

## **2. Sobre a Educação Ambiental**

Educação Ambiental é um nome que historicamente se convencionou dar às práticas educativas relacionadas com a questão ambiental, embora muitas vezes tenha sido apenas o resultado do adjetivo *Ambiental* acoplado ao substantivo *Educação* (Carvalho, 2004). Porém, tendo como referência os preceitos da Agenda 21, no seu capítulo 36, a Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável atualiza o desafio paradigmático da Educação Ambiental quando a nomeou Educação para o Desenvolvimento Sustentável. A polémica estabelecida entre a designação desta dimensão educativa levou alguns autores a considerarem que não era desejável que uma designação substituísse a outra, mas antes que convivessem como parentes muito próximas, entendendo-se que numa fase da nossa história educativa tiveram necessidade de conviver lado a lado (McKeown & Hopkins, 2003; Freitas, 2006). Relembremos, porém, que a UNESCO considera que a Educação Ambiental *é* Educação para o Desenvolvimento Sustentável, sendo o conceito de desenvolvimento sustentável claramente definido no relatório Brundthand (o Nosso futuro Comum). Este conceito assenta no princípio da intergeracionalidade, sendo definido como “um desenvolvimento capaz de satisfazer as necessidades da geração presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras para satisfazer as suas próprias necessidades” (CMMAD, 1987 - Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU - comissão Brundthand). Surgiu, assim, uma tentativa em deslocar o conceito de Educação Ambiental para o de Educação para a Sustentabilidade, ou outros termos associados (futuro sustentável, desenvolvimento sustentável, ...). O desenvolvimento sustentável foi colocado na agenda política mundial essencialmente pela Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento - Cimeira da Terra, realizada no Rio de Janeiro em 1992, sendo referido como um desenvolvimento que assenta

em três pilares (o social, o económico e o ambiental), que é necessário equilibrar ao equacioná-lo ao nível político. De acordo com McKeown e Hopkins (2003) a Educação Ambiental implica uma ligação com a sociedade, mas é muito menor a ligação com a qualidade de vida em termos sociais e económicos, do que em termos ambientais. Já a Educação para o Desenvolvimento Sustentável, segundo os mesmos autores, requer uma visão que integre ambiente, economia e sociedade. Neste contexto, o desenvolvimento sustentável, tal como referido na Cimeira da Terra, vai de encontro com um pretendido equilíbrio entre desenvolvimento sustentável humano e proteção ambiental. Realizada em 2002 em Joanesburgo, na Cúpula da Terra, que consistiu uma Conferência Mundial sobre o desenvolvimento sustentável, foi proposto que todos os países participantes elaborassem uma Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável (ENDS). Em consonância com a elaboração da ENDS, as Nações Unidas declararam o decénio 2005-2014, a década Internacional para o Desenvolvimento Sustentável, correspondendo a Educação Ambiental a *ensinar para o desenvolvimento sustentável*. Deste modo, para Palmer (2006) o slogan *ensinar para o ambiente* está tão inapropriado como os slogans *ensinar no e sobre o ambiente*. Esta mudança paradigmática radical na abordagem à Educação Ambiental é, segundo este autor uma forma de contribuir para o entendimento internacional sobre o desenvolvimento sustentável – auxiliar o cidadão a compreender as relações de produção e consumo de bens naturais, a adquirir um comportamento apropriado face ao meio ambiente, a desenvolver o pensamento ecológico. Está implícita a redefinição dos objetivos da Educação Ambiental, aceites consensualmente há décadas e desajustados dos contextos político, social ecológico, cultural e histórico atuais, direcionando-os, agora, para a interação entre ser humano e ambiente. A Educação Ambiental para o desenvolvimento sustentável, pretendendo contribuir para uma sociedade mais esclarecida procura, necessariamente, encontrar metodologias e estratégias educativas capazes de responder aos problemas ambientais que afetam a vida planetária de forma transgeracional. Segundo McKeown e Hopkins (2003) o novo paradigma da Educação Ambiental impõe uma reorientação da Educação, exigindo o desenvolvimento de estratégias para ensinar literacia, competências, perspetivas e valores capazes de guiar e motivar o cidadão a viver de forma sustentável e a participar numa sociedade democrática. Este processo passa pelo reforço da formação e aperfeiçoamento de professores de todos os níveis de ensino, nomeadamente através de ações no âmbito da Formação Continua. Esta formação implicará não só um despertar da consciência pelas questões ambientais como, também, por uma renovação de metodologias e estratégias a aplicar em contexto escolar. Assim, é pertinente a incrementação da investigação e



experimentação no que diz respeito a conteúdos, metodologia de ensino e estratégias para promover as mensagens da Educação Ambiental (Teixeira, 2003).

### **3. Metodologia**

Pretendendo verificar se a ABRP poderia contribuir para um maior sucesso na aprendizagem de competências diversas (competências concetuais, de raciocínio científico, de pensamento crítico, de trabalho cooperativo e de autoavaliação), desenvolverem-se dois estudos de caso apoiados em investigações quasi-experimentais e na análise de conteúdos de um questionário, e de um relatório orientado de autoavaliação a que os alunos dos grupos experimentais responderam no fim da intervenção. Foi, ainda, alvo de uma análise de conteúdo o mesmo relatório preenchido pelas professoras dos alunos participantes. Os dois estudos que se apresentam, ambos com seleção não aleatória dos participantes, implicaram definição de grupos experimentais e grupos de controlo, tendo-lhes sido aplicado um Teste Cognitivo construído especificamente para o efeito em ambas as fases da intervenção (pré-teste e pós-teste).

#### **3.1. Instrumentos**

Foram construídos e implementados dois tipos de instrumentos na concretização dos dois estudos de caso: (i) os cenários de geologia ambiental de cariz didático-pedagógico; (ii) os testes cognitivos, os questionários de avaliação da metodologia e os relatórios de autoavaliação de cariz investigativo.

Os cenários de geologia ambiental foram construídos segundo as indicações de uma ABRP e, por opção inerente ao projeto de investigação mais alargado em que se inseriu este estudo, numa perspetiva de contribuírem para o desenvolvimento de saberes nos alunos promotores de atitudes para um desenvolvimento ambiental sustentável. No primeiro estudo de caso para os alunos do 7ºano de escolaridade optou-se por um cenário intitulado “Quando a Terra treme em Portugal” e pela abordagem da atividade sísmica, os riscos e a proteção das populações. No 8ºano de escolaridade a opção recaiu pela elaboração do cenário “A outra face da piritite”, que possibilitou a referência à gestão sustentável dos recursos naturais, sua utilização e consequências, nomeadamente ao nível do impacte ambiental negativo em minas abandonadas. No segundo estudo, que abarcou apenas alunos do sétimo ano, optou-se pelo cenário “Os fósseis e a sua importância para a reconstituição da História da Terra”, referindo

as condições ambientais favoráveis à fossilização e a forma como os paleoclimas ajudam a (re)contar a História da Terra.

Em termos investigativos foram construídos três Testes Cognitivos para avaliar conteúdos conceptuais referentes às temáticas abordadas em cada um dos anos letivos de cada estudo de caso, que foram validados por quatro especialistas em ABRP com formação em geologia. Os questionários de avaliação da metodologia, aplicados aos alunos que foram alvos da ABRP, tiveram a finalidade de recolher a avaliação dos alunos sobre a metodologia de ensino utilizada. Por outro lado, a sua análise após o tratamento estatísticos dos resultados dos alunos no Teste Cognitivo, permitiu que estes servissem para complementar falhas metodológicas, nomeadamente no que se refere às questões mais voltadas para especificidades da ABRP que não foram contemplados nos Testes Cognitivos. O questionário foi validado pelos mesmos quatro especialistas que validaram os Testes de Cognitivos. Os relatórios de autoavaliação, constituídos apenas por seis itens de resposta aberta, permitiu uma análise de conteúdo por item, dado estes serem poucos e muito direcionados para a opinião dos alunos. O relatório foi orientado devido à dificuldade dos alunos desta faixa etária em sintetizar informação e possibilitando uma mais fácil análise conjunta dos resultados. Estes relatórios foram igualmente preenchidos pelas professoras das três turmas envolvidas nos dois estudos de caso, constituindo-se em registos de autoavaliação do desempenho das professoras. A análise dos relatórios tinha como objetivo último auxiliar a encontrar evidências de ganhos na aprendizagem dos alunos. Tal como os outros dois instrumentos de avaliação, foram validados por quatro especialistas em ABRP com formação em geologia.

### **3.2. Procedimentos**

Os testes, quer no 7º quer no 8º ano de escolaridade, e em ambos os estudo de caso, foram aplicados antes da intervenção das professoras (pré-teste) e após a implementação dos cenários de geologia ambiental (pós-testes). A duração da aplicação dos testes, quer antes quer após a intervenção, teve a duração de 45 minutos, tendo sido referido aos alunos o seu carácter não avaliativo e a necessidade de refletirem cuidadosamente nas respostas.

No primeiro estudo de caso os cenários foram aplicados durante o segundo período do ano letivo de 2011/2012 e a intervenção teve a duração de três aulas de 45 minutos. No segundo estudo de caso, o cenário foi aplicado no terceiro período de 2012/2013 e a aplicação decorreu em igual período de tempo: três aulas de 45 minutos.

A aplicação dos cenários promoveu o questionamento, gerou a investigação e a procura de solução para os problemas levantados no cenário, tendo sido cedido aos alunos as fontes de investigação necessárias. Como recomendado pela ABRP os alunos trabalharam colaborativamente em grupos de 4 a 5 elementos mediados pelas tutoras. Os questionários de avaliação da metodologia, aplicados aos alunos que foram alvos da ABRP, foram preenchidos após o término da intervenção, durante cerca de 15 minutos (embora não tenha havido controlo rigoroso do tempo de preenchimento). Os relatórios de autoavaliação foram também preenchidos após o término da intervenção e a sua administração decorreu em cerca de 30 minutos, dando-se, assim, tempo para os alunos refletirem e expressarem-se convenientemente de forma escrita. As professoras que exerceram a função de mediadoras durante o estudo também preencheram, nesta fase final, o mesmo relatório administrado aos alunos, tendo utilizado o tempo que consideraram conveniente.

#### **4. Primeiro estudo quasi-experimental**

Uma primeira apresentação deste estudo de caso foi realizada no IV Encontro Ibero-americano de Pesquisa em Ensino de Ciências (Vasconcelos et al., 2012).

##### **4.1 Amostra**

Participaram na amostra alunos de Ciências Naturais de duas turmas oriundas de duas escolas públicas do norte de Portugal. A média de idades dos anos que frequentavam o 7º ano de escolaridade (n=48) era de 12,7 e a média de idades dos alunos que frequentavam o 8º ano de escolaridade (n=41) era de 13,5. A amostra era maioritariamente feminina, pois o grupo de alunos do 8º ano era constituído por 26 raparigas (63,4%) e 15 rapazes (36,6%), e no grupo de alunos de 7º ano existiam 26 raparigas (54,2%) e 22 rapazes (45,8%). O grupo experimental do 7º ano tinha 24 alunos e o grupo experimental do 8º ano tinha 21 alunos. Ambas as professoras das turmas tiveram formação prévia à implementação em sala de aula para em conjunto serem construídos os instrumentos didáticos e de investigação, assim como sessões de esclarecimentos e demonstração do seu papel como tutoras durante a intervenção a ser operacionalizada no decurso da investigação.

A situação inicial dos alunos da amostra, em cada ano de escolaridade, foi averiguada antes da implementação da intervenção, verificando-se que as médias obtidas pelas cotações no pré-teste, para o Teste Cognitivo, foram superiores no grupo de controlo (55,42 versus 42,17 no grupo experimental) e com um desvio padrão igualmente superior (14,99 versus 12,3 no

grupo experimental). Na aplicação do teste de Mann-Whitney obtivemos uma diferença estatisticamente significativa nestes grupos logo no início da intervenção ( $U=147,50$ ;  $p=0,004$ ). Quanto aos resultados encontrados com os participantes no estudo do 8º ano, verificamos que as médias obtidas pelas cotações no pré-teste, para o Teste Cognitivo, foram superiores no grupo de controlo (40,74 versus 37,09 no grupo experimental) e com um desvio padrão ligeiramente superior (11,37 versus 11,83 no grupo experimental). Na aplicação do teste de Mann-Whitney obtivemos uma diferença estatisticamente não significativa nestes grupos no início da intervenção ( $U=173,00$ ;  $p=0,486$ ). Este facto revelou que os grupos de alunos no 8º ano teriam características semelhantes antes da intervenção, facto que não se encontrou nos entre os alunos dos grupos do 7º ano de escolaridade.

#### **4.2 Resultados**

Na aula de Ciências Naturais após a intervenção foi administrado, novamente, o Teste Cognitivo aos alunos do 7º ano de escolaridade. Verificou-se, surpreendentemente, que a média no pós-teste foi superior no grupo experimental (média=77,42; desvio-padrão=13,3) relativamente ao grupo de controlo (média= 72,63; desvio-padrão= 11,8). Na aplicação do teste de Mann-Whitney obtivemos uma diferença estatisticamente não significativa nestes grupos após a aplicação dos cenários de geologia ambiental ( $U=242,50$ ;  $p=0,348$ ), mostrando que a ABRP permitiu aos alunos com menores rendimentos melhorias cognitivas mais evidentes que os alunos que não foram alvos da intervenção. Grupos estatisticamente diferentes tornaram-se semelhantes pós a intervenção tendo os maiores ganhos ocorrido no grupo experimental. Para verificar se a diferença de médias do pré para o pós-teste e para cada um dos grupos eram estatisticamente significativas utilizou-se o teste de Wilcoxon. Para o grupo experimental verificou-se uma melhoria da média no Teste Cognitivo, passando esta de 42,7 para 77,42. A diferença obtida revelou-se estatisticamente significativa ( $Z=-4,288$ ;  $p=0,00$ ). Para o grupo de controlo, a média para o Teste Cognitivo no pré-teste foi de 55,42 e no pós-teste de 72,63. A diferença obtida foi, também, estatisticamente significativa ( $Z=-3,910$ ;  $p=0,00$ ).

O mesmo estudo estatístico foi feito com os alunos do 8º ano de escolaridade. Verificam-se valores muito próximos nos resultados dos dois grupos. Na aplicação do teste de Mann-Whitney obtivemos uma diferença estatisticamente não significativa nestes grupos após a aplicação dos cenários de geologia ( $U=196,00$ ;  $p=0,717$ ). Para verificar se a diferença de médias do pré para o pós-teste e para cada um dos grupos eram estatisticamente significativas

utilizou-se, novamente, o teste de Wilcoxon. Para o grupo experimental verificou-se uma melhoria da média no teste cognitivo, passando esta de 37,09 para 58,77. A diferença obtida revelou-se estatisticamente significativa ( $Z=-4,015$ ;  $p=0,00$ ). Para o grupo de controlo, a média para o Teste Cognitivo no pré-teste foi de 40,74 e no pós-teste de 57,00. A diferença obtida foi, também, estatisticamente significativa ( $Z=-3,910$ ;  $p=0,000$ ). Deste modo, verificou-se uma melhoria cognitiva significativa nos dois grupos.

## **5. Segundo estudo quasi-experimental**

Uma primeira apresentação deste segundo estudo de caso foi realizada no 13th ESERA Conference (Vasconcelos & Torres, 2013).

### **5.1 Amostra**

Participaram na amostra alunos de Ciências Naturais de duas turmas oriundas de duas escolas públicas do norte de Portugal. A amostra de conveniência tinha 115 alunos do 7º ano de escolaridade, 64 do grupo experimental com média de idade de 12,1 anos, e 51 do grupo de controlo com uma média de idade de 12,5 anos. A professora do grupo experimental encontrava-se familiarizada com o ABRP e sabia desempenhar o papel como tutora durante a intervenção a ser operacionalizada no decurso da investigação. A amostra era maioritariamente feminina, pois o grupo experimental era constituído por 30 raparigas e 34 rapazes. No grupo de controlo existiam 30 raparigas e 21 rapazes.

A situação inicial dos alunos da amostra foi averiguada antes da implementação da intervenção, através do cálculo das médias obtidas no pré-teste e da significância das diferenças desse valor entre o grupo de controlo e o grupo experimental. Verificou-se que as médias obtidas pelas cotações no pré-teste, para o Teste Cognitivo, foram superiores no grupo experimental (média =20,1 versus 15,7) e com um desvio padrão superior no grupo de controlo (desvio-padrão=9,88 versus 9,59). Na aplicação do teste de Mann-Whitney obtivemos uma diferença estatisticamente significativa nestes grupos logo no início da intervenção ( $U=1171,5$ ;  $p<0,05$ ), sendo o grupo experimental o que apresentou melhor rendimento.

## **5.2 Resultados**

Na aula de Ciências Naturais após a intervenção foi administrado, novamente, o Teste Cognitivo. Verifica-se que a média no pós-teste era superior no grupo experimental (média= 41,2 e desvio padrão= 19,11 no grupo de controlo), embora ambos os grupos apresentem classificações fracas (média= 33,3 e desvio-padrão=15,69). Na aplicação do teste de Mann-Whitney obtivemos uma diferença estatisticamente significativa nestes grupos após a aplicação dos cenários de geologia ambiental ( $U=1271,500$ ;  $p<0,05$ ), mostrando que as melhorias cognitivas após a intervenção continuam a definir grupos com sucesso distinto, sendo melhores os resultado no grupo experimental. Para verificar se a diferença de médias do pré para o pós-teste e para cada um dos grupos eram estatisticamente significativas utilizou-se o teste de Wilcoxon. Para o grupo experimental verificou-se uma melhoria da média no Teste Cognitivo, passando esta de 20,1 para 41,2. A diferença obtida revelou-se estatisticamente significativa ( $Z=- 6,923$ ;  $p<0,05$ ). Para o grupo de controlo, a média para o Teste Cognitivo no pré-teste foi de 15,7 e no pós-teste de 33,3. A diferença obtida foi, também, estatisticamente significativa ( $Z=- 6,166$ ;  $p<0,05$ ).

## **6. Discussão dos resultados do questionário de avaliação da metodologia**

Das sete questões que constituíam o questionário, apenas a questão Q1 permitia que os alunos assinalassem todas as opções que entendessem convenientes. As restantes questões envolviam apenas a seleção de uma opção. Os resultados dos alunos do 7º ano e do 8º ano, em ambos os estudos, estiveram relativamente próximos e encontram-se expressos na tabela 1.

No que se refere à Q1, todos de alunos responderam positivamente à promoção, através da ABRP, da procurar de soluções para resolver problemas do quotidiano, do trabalho em equipa, da aprendizagem de conteúdos científicos, da atenção e da capacidade de argumentar em pequeno e em grande grupo. Note-se que, no total, apenas 9 alunos referiram que a metodologia dificultava a aprendizagem por não ser fornecida a resposta direta às questões.

A análise da Q2 permite verificar que a ABRP potencia o questionamento, sendo mesmo poucos os alunos que referem que não colocam questões e se envolveram nas questões apenas quando fornecidas pela professora e pelos documentos e materiais. Relativamente a Q3, a maioria dos alunos refere ter aprendido o que é um facto e sabe retirar os factos dos documentos fornecidos. Relativamente à formulação das explicações depois de sumariar os

factos (Q4), a maioria dos alunos refere ter conseguido realizar a tarefa sozinho, sem mediação da professora.

A maioria dos alunos parece ter sido capaz de estabelecer autonomamente a argumentação das propostas de solução (Q5), embora muitos ainda tenham tido dificuldade na concretização dessa tarefa.

**Tabela 1 - Frequência de resposta dos alunos dos grupos experimentais ao questionário (Q1 a Q5)**

Questionário		7º ano (n=24)	8º ano (n=21)	7º ano (n=64)
Q1: Em relação à metodologia utilizada nas aulas considere...	Q1.1: ensinou a procurar soluções para resolver problemas do quotidiano	12	18	24
	Q1.2.: dificultou a aprendizagem, por não ser fornecida a resposta direta às questões	2	2	5
	Q1.3: ensinou a trabalhar melhor em equipa	15	16	52
	Q1.4: permitiu aprender conteúdos científicos	14	16	55
	Q1.5: captou a minha atenção	18	19	62
	Q1.6: ajudou a desenvolver a capacidade de argumentar em grupo e no grupo turma	10	18	60
	Q1.7: ajudou a desenvolver a capacidade de escrita científica	14	16	57
Q2: Após a apresentação do problema ...	Q2.1: coloquei questões	15	11	53
	Q2.2: selecionei questões dentro das que foram apresentadas e coloquei novas questões	7	8	10
	Q2.3: envolvi-me nas questões fornecidas pela professora e pelos documentos e materiais.	2	2	1
Q3: No que diz respeito aos factos que encontrei nas fichas fornecidas...	Q3.1: sabia o que era um facto e recolhi-os nos documentos fornecidos	15	15	52
	Q3.2: apenas procurei os factos nos documentos fornecidos, após a professora me explicar o que era um facto	7	4	11
	Q3.3: a professora apontou todos os factos e disse-me toda a informação para os analisar	2	2	1
Q4: Relativamente às explicações depois de sumariar os factos...	Q4.1: formulei as explicações depois de sumariar os factos	13	11	49
	Q4.2: fui guiado pela professora no processo de criar explicações e de recolher factos	11	8	13
	Q4.3: foi a professora que me deu todas as explicações e os factos.	0	2	2
Q5: Na argumentação e comunicação aos meus colegas sobre o resultado do problema...	Q5.1: estabeleci autonomamente argumentação lógica para comunicar as soluções das questões-problema formuladas	13	11	47
	Q5.2: a professora orientou-me no processo de argumentação	10	10	14
	Q5.3: foi a professora que me deu as argumentações para saber comunicar as soluções das questões-problema formuladas	1	0	3

As respostas às questões Q6 e Q7 foram ainda mais consensuais entre os alunos do 7º e do 8º ano de escolaridade e em ambos os estudos (tabela 2). Refira-se que a maioria dos alunos menciona que as tarefas propostas com a metodologia da ABRP foram interessantes e que os materiais estavam bem organizados e bem apresentados. A qualidade dos materiais elaborados segundo a ABRP pode ter sido uma das razões da classificação das tarefas como motivadoras e interessantes.

**Tabela 2- Frequência de resposta dos alunos dos grupos experimentais ao questionário (Q6 e Q7)**

Questionário		7º ano (n=24)	8º ano (n=21)	7º ano (n=64)
Q6: As tarefas realizadas foram...	Q6.1: muito extensas	1	1	6
	Q6.2: interessantes e motivadoras	23	20	54
	Q6.3: sem interesse	0	0	4
Q7: Relativamente aos materiais utilizados...	Q7.1: estavam bem organizados e apresentados	23	20	57
	Q7.2: eram confusos e extensos	1	1	6
	Q7.3: eram demasiado longos	0	0	1

A análise das respostas ao questionário evidencia algumas das competências potenciadas pela intervenção e que se referem às indicadas na literatura da especialidade: promover o questionamento e a investigação, incidindo na recolha de factos, formulação de explicações, argumentação e comunicação das soluções encontradas para as questões-problema. Por último, tentamos verificar se os alunos através de uma autoavaliação referiam os ganhos cognitivos e de desenvolvimento de competências de questionamento e de investigação, assim como algumas características metodológicas explícitas na intervenção.

## 7. Discussão dos resultados do relatório de autoavaliação

Para uma melhor compreensão e comparação dos resultados obtidos com o relatório de autoavaliação, apresentamos os resultados por item, embora simultaneamente para os dois estudos de caso. É, também, apresentado em simultâneo a opinião dos alunos e o posicionamento das professoras.

O primeiro item referia-se ao ambiente de trabalho na sala de aula, que foi descrito unanimemente pelos alunos como mais barulhento do que nas aulas habituais, mas também como motivador e promotor do trabalho colaborativo. Esta situação é referenciada por um



aluno do 7º ano de escolaridade (primeiro estudo de caso) ao escrever: “o ambiente da sala foi muito bom, pois a professora pôs-nos em grupo, o que é muito melhor...eu acho que aprendi mais e com mais interesse”. Ou por um aluno do 8º ano que menciona: “o ambiente de sala de aula foi um ambiente diferente, pois não tínhamos a professora sempre a explicar e porque estávamos em grupo”. Relativamente a este item, os registos da autoavaliação do desempenho das professoras manifestaram a preocupação em dividir os alunos por grupo tendo em conta o desempenho e em explicar a nova metodologia de trabalho, criando um clima favorável à aprendizagem. Tal familiarização terá contribuído, segundo as professoras, para o sucesso da metodologia.

O segundo item reportava-se à ligação dos alunos com o problema, a qual foi frequentemente apelidada de ligação com a realidade, por focar problemas presentes no quotidiano. Porém, não deixou de haver referências contraditórias face à forma de iniciar a aprendizagem: “...com a professora a explicar acho que aprendia melhor” (aluno do 7º ano do primeiro estudo de caso); ou “... aprende-se de outra maneira e é muito mais interessante” (aluno do 8º ano). Os registos das professoras referem a preocupação em ler em voz alta os problemas e a imediata resposta a dúvidas conceptuais que não envolvem investigação. Salientam, ainda, a dificuldade de alguns alunos na interpretação do texto: “...os alunos sempre mostraram dificuldades de compreensão e, ler em voz alta, obrigava-os a estarem mais atentos” (7º ano, segundo estudo de caso). Quanto ao terceiro item, que questionava os alunos quanto à estrutura das aulas, ficou evidente que os alunos conseguiram facilmente compreender que a intervenção das professoras seguia uma organização diferente da habitual: “Partimos de um problema apresentado num texto de onde tínhamos que tirar factos, depois colocávamos questões e respondíamos através de uma investigação” (aluno do 7º ano do primeiro estudo de caso) ou “Não conhecia este método de trabalho, mas gostei muito. Não estávamos muito quietos como nas aulas anteriores, mas aprendemos a trabalhar em grupo, a ser mais autónomos e a ter opinião crítica” (aluna do 8º ano). Ambas as professoras salientaram a necessidade de explicar detalhadamente o processo, pois os alunos não estavam familiarizados com a metodologia. Reforçaram ainda a preocupação em não dar a resposta ao problema e mediarem apenas a investigação para a procura de solução, tarefa tanto difícil como morosa. O quarto item convidava os participantes a revisitarem o problema apresentado no cenário. Os alunos deram respostas diversas, ora voltadas para as tarefas e para o trabalho em grupo, ora mais dirigidas para a ligação com o quotidiano e a maior motivação para a aprendizagem. Contudo, manifestaram alguma dificuldade em compreender a estrutura da

metodologia que teve início num problema e suscitava o questionamento. A professora do 7º ano do segundo estudo de caso salientou que “... os alunos às vezes preferem a leitura do manual por ser mais fácil...estão mais habituado... mesmo para mim, sei que gastei mais tempo, mas gostei”. Quanto ao produto final, questão levantada no item número quatro, os participantes do 8º ano referiram-se essencialmente às dificuldades no debate que tiveram que realizar e os do 7º ano mencionaram o mapa de conceitos, o vulcão que construíram em papel e o jogo didático a que recorreram na procura de soluções: “Todo o meu grupo trabalhou bem. Cada um dava a sua opinião e os factos. Foi assim que conseguimos acabar o trabalho. Não estando habituados a fazer debates, acho que o resultado foi muito bom positivo. Os grupos disputaram-se e isso é bom, pois quer dizer que ambos tínhamos factos para apresentar” (aluna do 8º ano); ou, ainda, “Produzimos um mapa de conceitos, um vulcão em papel e preenchemos tabelas depois de usarmos o programa Erup.3. O mapa era sobre sismo e não foi muito difícil de fazer.” (aluno do 7º ano). A modelação de fósseis, no segundo estudo de caso, revelou-se uma tarefa mais comum entre os alunos, mas sempre motivadora. Contudo, em todos os cenários, as professoras registaram a falta de criatividade dos alunos e a dificuldade em não extrapolar a informação dos factos recolhidos para construírem uma argumentação mais sólida, mas também referiram que os alunos foram evidenciando melhorias à medida que o processo decorria. O trabalho colaborativo mostrou-se profícuo, embora considerassem importante ensinar os alunos a trabalhar em equipa e a saberem partilhar o conhecimento e a gerir o ruído em sala de aula. A última questão pedia aos alunos que se autoavaliassem relativamente ao seu desempenho durante a intervenção. Os alunos referiram o barulho, por vezes exagerado e causado por “conversas paralelas”. As professoras salientaram a importância da autoavaliação como processo formativo e de reflexão das atividades realizadas, constituindo-se num momento de aprendizagem da própria metodologia ao obrigar os alunos a questionarem-se sobre o seu contributo e a participação dos colegas no processo conjunto de partilha de saberes e construção de conhecimento.

## **8. Conclusões e implicações**

A realização de dois estudos de caso com a aplicação da metodologia da ABRP e a apresentação de cenários de geologia ambiental permitiu obter alguns indicadores quanto ao sucesso da metodologia na promoção da Educação Ambiental. Apesar de, por vezes, o sucesso escolar dos alunos dos estudos quasi-experimentais, à partida, ser fraco e mesmo significativamente diferente entre grupo experimental e grupo de controlo, os resultados

indicam que a ABRP sempre auxiliou os alunos a construírem novos saberes curricularmente integrados. Contudo, tal aprendizagem não se revelou superior quando comparada com a metodologia tradicional, apoiada sobretudo na leitura de manuais escolares e na resolução de exercícios fechados veiculados pelos livros de apoio aos alunos. Poderemos então questionar a razão de tal exercício investigativo, na procura de uma metodologia capaz de melhor responder às atuais exigências da escola. A verdade é que ensinar ciências é, também e sempre, ensinar os processos científicos, desenvolver raciocínio científico e espírito crítico que permita aos alunos resolver problemas estimulando a curiosidade natural de, perante uma nova questão, procurar cientificamente a sua solução. Sendo diversos os caminhos de investigação que podem ser percorridos na procura de resposta, a ABRP manifestou contribuir significativamente para potenciar nos alunos de ciências o desenvolvimento dessas competências.

**Agradecimentos:** O estudo apresentado foi realizado no âmbito do projeto Educação em Ciências para a Cidadania através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (PTDC/CPE-CED/108197/2008), financiado pela FCT no âmbito do Programa Operacional Temático Fatores de Competitividade (COMPETE) do quadro Comunitário de Apoio III e participado pelo Fundo Comunitário Europeu (FEDER). Trabalhos parciais foram apresentados em congresso internacionais com o intuito de divulgar os resultados obtidos com os estudos de caso desenvolvidos.

## 9. Referências bibliográficas

- Allen, D. E., Donham, R. S. and Bernhardt, S. A. (2011). Problem-based learning. *New Directions for Teaching and Learning*, 128, 21–29.
- Barrows, H. S. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, 20, 481-486.
- Belt, S. T.; Evans, E. H; Mcreddy, T.; Overton, T.L., & Summerfield, S. (2002). A problem-based learning approach to analytical and applied chemistry. *University Chemistry Education*, 6, 65-72.
- BouJaoude, S. (1992). The relationship between students' learning strategies and the change in their misunderstandings during a high school chemistry course. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(7), 687–699.
- Carvalho, I. C. M. (2004). Educação Ambiental Crítica: nomes e endereçamentos da educação. In Philippe Pomier Layrargues, *Identidades da Educação Ambiental Brasileira* (pp.13-24). Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Chandrasegara, A., Treagust, D. & Mocerino, M. (2008). An evaluation of Teaching Intervention to Promote Students' Ability to Use Multiple Levels of Representation when describing and explaining chemical reactions. *Research in Science Education*, 38, 237-248.
- Chang, C. (2002). An exploratory study on students' problem-solving ability in earth-science. *International Journal of Science Education*, 24 (5), 441-451.
- CMMAD (1987). *Nuestro futuro común*. Madrid: Alianza Editorial.
- Dods, R. F. (1996). A problem-based learning design for teaching biochemistry. *Journal of Chemical Education*, 73, 225-228.

- Freitas, M. (2006). Educação Ambiental e/ou Educação para o Desenvolvimento Sustentável? Uma análise centrada na realidade Portuguesa. *Revista Iberoamericana de Educación*, 41, 133-147.
- Freitas, M. ; Jiménez, R & Mellado, V. (2004). Solving Physics Problems: The Conceptions and Practice of an Experienced Teacher and an Inexperienced Teacher. *Research in Science Education*, 34, 113-133.
- Gürses, A., Acikyildiz, M., Doar, Ç. & Sözbilir, M. (2007). An investigation of effectiveness of problem-based learning at physical chemistry laboratory. *Research in Science and Technological Education*, 78, 1126-1130.
- Huffman, D., Lawernz, F. & Minger, M. (1997). Within-class analysis of ninth-grade science students' perceptions of the learning environment. *Journal of Research in Science Teaching*, 34 (8), 791–804.
- Mckeown, R. & Hopkins, C. (2003). EE≠ESD: defusing the worry. *Environmental Education Research*, 9 (1), 117-128.
- Palmer, J. (2006). *Environmental Education in the 21st century: Theory, practice, progress and promise*. London: Routledge.
- Saunders, W. & Shepardson, D. (1987). A comparison of concrete and formal science instruction upon science achievement and reasoning ability of sixth grade students. *Journal of Research in Science Teaching*, 24, 39–51.
- Tarhan, L., Ayar-Kayali, H., Urek, R. O. & Azar, B. (2008). Problem-based Learning in 9<sup>th</sup> Grade Chemistry Class: Intermolecular Forces. *Research in Science Education*, 38, 285-300.
- Taylor, J. A. & McDonald, C. (2007). Writing in groups as a tool for non-routine problem solving in first year university mathematics. *International Journal of Mathematics Education in Science*, 38 (5), 639-655.
- Teixeira, F. (2003). *Educação Ambiental em Portugal: Etapas, Protagonistas e Referências Básicas*.
- Vasconcelos, C. (2008). *Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: Um estudo no âmbito da Educação Ambiental*. Relatório de Pós-Doutoramento. Braga: Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho.
- Vasconcelos, C. (2012). Teaching Environmental Education through PBL: Evaluation of a Teaching Intervention. Program. *Research in Science Education*. 42, 2, 219–232.
- Vasconcelos, C. & Almeida, A. (2012). *Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas no Ensino das Ciências: Propostas de trabalho para Ciências Naturais, Biologia e Geologia*. Coleção Panorama. Porto: Porto Editora.
- Vasconcelos, C.; Amador, F.; Soares, R. & Pinto, T. (2012). Questionar, investigar e resolver problemas: Reconstruindo cenários geológicos. *Investigações em Ensino de Ciências*, 12 (3), 709-720.
- Vasconcelos, C. & Torres, J. (2013). Problem-based and lecture-based learning: A quasi-experimental study with natural sciences students In ESERA 2013 Abstracts from 1 to 7 of September, Nicosia, Cyprus.
- White, H. B. (2001). A PBL course that uses research articles as problems. In B. J. Duch, S. E. Groh & D. E. Allen (Eds.), *A practical "how to" for teaching undergraduate course in any discipline: The power of problem-based learning* (p.131-141). Sterling, VA: Stylus Publishing.

## **Aprendizagem Baseada em Resolução de Problemas na Educação em Ciências para a Sustentabilidade**

**Maria Arminda Pedrosa & Patrícia João**

*Unidade de I&D n.º70/94, Química-Física Molecular/FCT, PEstOE/QUI/UIOO/700/2011; Departamento de Química, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Portugal*

### **Resumo**

Caracteriza-se Educação para a Sustentabilidade (ES), referem-se iniciativas internacionais pertinentes no âmbito das Nações Unidas (NU), do programa PISA e da União Europeia (UE), relaciona-se ES com conceitos de literacia e de cidadania, com princípios da Lei de Bases do Sistema Educativo (LBSE) e com orientações da Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável (ENDS) para o Ensino Básico (EB). Apontam-se problemas e desafios de sustentabilidade e rotas para os considerar utilizando Aprendizagem Baseada em Resolução de Problemas (ABRP), discute-se a necessidade de integrar ABRP em ensino de ciências, contemplando questões ambientais e sócio-científico-tecnológicas em educação científica formal orientada para a sustentabilidade e para cidadania cívica. Identificam-se implicações para formação de professores de ciências e apresentam-se considerações finais.

### **1. Contextualização**

A ABRP utiliza-se há dezenas de anos em escolas de medicina, expandiu-se para outras áreas e níveis de ensino (Mergendoller *et al.*, 2006; Akçay, 2009) e baseia-se em problemas reconhecidos pelos alunos como reais, ou como relevantes no seu futuro, de modo a, trabalhando para os resolver, adquirirem novos conhecimentos e gerarem sentimentos de pertença (Lambros, 2004). Paralelamente à resolução de problemas noutros contextos, quem se envolve em ABRP nem sempre dispõe de todas as informações necessárias e, frequentemente, tem de utilizar critérios apropriados para, tendo em conta interesses conflituais, tomar decisões (Botti & Noguez, 2004). Progredindo em ABRP, os alunos compreendem conteúdos complexos e enriquecem competências essenciais, combinando dimensões cognitivas e metacognitivas através de pensamento crítico e criativo, em vez de procurarem a resposta certa pretendida pelo professor (Botti & Noguez, 2004).

Apesar dos argumentos de Hodson (2011) referentes aos termos desenvolvimento sustentável (DS) e educação para DS, ideias de sustentabilidade podem apresentar diversos enfoques (pessoal, escolar, comunitário, autárquico, nacional, regional ou global) e referem-se, explicitamente ou não, a DS. Visando ES estimular progressos em sustentabilidade, considera-se associada a diversas iniciativas atuais das NU, iniciadas no século XX,

destacando-se a *Década de Educação para Desenvolvimento Sustentável* (DEDS)<sup>1</sup>, e as *Metas de Desenvolvimento do Milénio* (MDM)<sup>2</sup> com objetivos especificamente estipulados.

Como DS pressupõe desenvolvimento social, desenvolvimento (que não é sinónimo de crescimento) económico e proteção ambiental, e radica em noções dinâmicas de equilíbrios e desequilíbrios entre estas dimensões, concepções de qualidade de vida para todos, atualmente e no futuro, são centrais em DS, sendo essencial que ES desenvolva compreensão e consciência pública de questões de sustentabilidade e proporcione formação a líderes e a trabalhadores (UNESCO, 2005). As MDM, procurando responder às necessidades dos mais pobres, têm mobilizado esforços sem precedentes, refletidos em nove relatórios de progresso, produzidos anualmente, após 2005<sup>3</sup>, com a participação de organizações internacionais, dentro e fora das NU. Nestes relatórios identificam-se diversos problemas de sustentabilidade, indicadores das suas dimensões e dinâmicas de resolução ou mitigação.

Relacionando-se com outras iniciativas internacionais no âmbito das NU, como *Educação para Todos*<sup>4</sup> e a *Década da Literacia*<sup>5</sup>, ES enfatiza princípios e valores subjacentes a DS, a importância de educação e formação para o promover e imperativos de (re)pensar-se educação (UNESCO, 2005). Identicamente, a OCDE, como no PISA<sup>6</sup>, e a UE referindo competências essenciais<sup>7</sup>, também requerem (re)pensar educação. Enquanto perspetiva educativa transformadora, ES desafia “concepções de professor como transmissor de conhecimentos”, tal como ABRP, e requer que se preparem e implementem “estratégias interativas que envolvam os alunos no questionamento de aspetos sociais, económicos e ambientais e de formas dominantes de pensamento” (Pedrosa *et al.*, 2012a, p.49-50). Para ensinar *sobre* ciências e “promover literacia científica crítica” é essencial “endereço questões sócio-científicas” (Hodson, 2011, p.x).

Ensino orientado para ABRP permite endereçar questões ambientais e sócio-científico-tecnológicas, estimulando os alunos a aprender *sobre* ciências, *em e pelas* ciências (Santos, 2004) e a compreender dimensões humanas de mudanças ambientais globais, como as alterações climáticas. Assim, educação científica formal apresenta-se consistente com “antigos valores culturais que envolvem o respeito e o bem público” que, não sendo progressistas para o capital, são subvertidos por ideologias individualistas em economias que precisam de estimular consumos pessoais “e procura de felicidade baseada no alcance de bens e serviços de consumo” (Apple, 2002, p.90).

Os documentos curriculares de primeiro nível, como programas disciplinares (González

2011), devem ser consistentes com os princípios e orientações da: i) LBSE, designadamente no EB, promovendo “o desenvolvimento do espírito democrático e pluralista [...] cidadãos capazes de julgarem com espírito crítico e criativo o meio social em que se integram e de se empenharem na sua transformação progressiva” (Lei nº49/2005, p.5125); ii) ENDS designadamente para melhorar os EB e ensino secundário (ESec), combater saídas precoces do sistema educativo, reforçar educação para a cidadania e mobilizar os jovens para o DS (APA, 2008).

## **2. Objetivos**

Tendo em conta literatura pertinente, pretende-se: i) apontar problemas e desafios de sustentabilidade e rotas para os endereçar utilizando ABRP; ii) discutir perspectivas de integração de ABRP em educação em ciências orientada para a sustentabilidade e cidadania; iii) apontar implicações para a formação de professores de ciências.

## **3. Problemas e desafios de Sustentabilidade e Educação em Ciências**

Sustentabilidade, englobando diversos tópicos, disciplinas, contextos e métodos, é complexa; discutem-se as suas definições há dezenas de anos, e.g. entre investigadores visando operacionalizar o termo e utilizá-lo em contextos científicos (Chambers *et al.*, 2013). Vilches e Gil-Perez (2010) enumeram problemas de sustentabilidade, como pobreza extrema, degradação dos ecossistemas, perda de diversidade biológica e cultural, esgotamento de recursos fundamentais e alterações climáticas, salientam serem problemas antrópicos mutuamente potenciados e associados a desenvolvimento socioeconómico motivado por interesses imediatistas.

Os acentuados desequilíbrios mundiais manifestam-se no agravamento de problemas de sustentabilidade, como no âmbito ambiental, e na persistência de fome e pobreza. Apesar de progressos, persistem situações de extrema pobreza – estima-se que, em 2015, 970 milhões de pessoas, heterogeneamente distribuídas na Terra, vivam com menos de 1,25 \$ por dia (UN, 2013). Como contributo para estabelecer MDM orientadoras do pós-2015, após o acordo conseguido na *Cimeira da Terra Rio+20*, Vilches *et al.* (2013), utilizando processos iterativos envolvendo 59 educadoras(es), especificam diversas MDM, destacando-se promover “padrões de comportamento solidário e sustentável” (s/n), desenvolvendo valores de igualdade, respeito e solidariedade, substituindo competição por cooperação para a sustentabilidade, visando

beneficiar, no presente e futuro, todos os cidadãos.

Referindo que à revolução industrial se associaram melhorias notáveis nas condições de saúde, habitação, educação, formação profissional e, em geral, na qualidade de vida da humanidade, Santos (2008) salienta: i) a manutenção e agravamento das diferenças de desenvolvimento socioeconómico entre países e internamente; ii) a glorificação do consumo dos países desenvolvidos, o papel de modelos que desempenham, relacionados com “o capitalismo liberal cada vez mais globalizado” que, procurando apenas crescimento económico, se salda no agravamento destes problemas – produto de valores profundamente enraizados nas sociedades atuais, como “consumo e a ganância” – em vez de, equilibrando necessidades e expectativas de curto com as de médio e longo prazo, desenvolver esforços para os resolver ou mitigar, “especialmente junto das gerações mais novas, por meio da educação e formação” (p.19).

Na ENDS: i) apontam-se como problemas e desafios de sustentabilidade “alterações climáticas e energia limpa”, “transportes sustentáveis”, “consumo e produção sustentáveis”, “conservação e gestão dos recursos naturais”, “saúde pública”, “inclusão social, demografia e migração”, “pobreza global e desafios do” DS; ii) referem-se como princípios orientadores os da estratégia europeia para responder aos desafios apontados, referindo-se “políticas transversais como a educação e a formação ou a investigação e desenvolvimento” (APA, 2008, p.11). Reconhece-se, assim, influência direta da UE em políticas nacionais, designadamente políticas educativas – também influenciadas por programas internacionais noutros âmbitos, como o PISA<sup>6</sup>, e por iniciativas lideradas pela UNESCO<sup>1,4,5</sup>. Como Gandin e Hypolito (2003) sustentam, o “que em vários países tem sido denominado padrões nacionais [...] são, na realidade, padrões internacionais”, não parecendo apropriado ignorá-los quando se analisam “as reformas educativas, pelo menos as posteriores à 2ª Guerra Mundial” (p.57).

As reformas educativas que conduziram a documentos curriculares do EB, especificamente às Orientações Curriculares de Ciências Físicas e Naturais (OCCFN) (DEB, 2001a), aparentemente enquadram-se em iniciativas lideradas pela UNESCO<sup>1,4,5</sup> e pela OCDE<sup>6</sup> e em orientações da UE (JOUE, 2006). Apela para práticas educativas inovadoras, incluindo, segundo Pedrosa e Moreno (2007): i) discutir assuntos controversos; ii) identificar problemas em contextos quotidianos e promover a realização de investigação pelos alunos estimulando-os a desenvolver competências, como avaliar evidências e discutir argumentos, destacando-se situações envolvendo riscos de insustentabilidade, como os referentes a alterações climáticas<sup>8</sup>; iii) encarar investigação como parte integrante de ensinar e aprender ciências que, além de



promover o desenvolvimento de competências referidas em ii), permitam compreender o poder das observações, utilizar dados em diversos formatos e procurar padrões, confirmar ou rejeitar hipóteses, bem como construir e defender argumentos.

As OCCFN (DEB, 2001b) constituem documentos curriculares de primeiro nível, que se distinguem pelo seu caráter prescritivo, como acontece com os programas disciplinares (González, 2011), emergentes da LBSE que os condiciona, ou deveria condicionar. O EB deve estimular os alunos a desenvolverem diversas competências que os capacitem, enquanto cidadãos socialmente integrados (na família, turma, escola, etc.), a julgarem estados de coisas e acontecimentos nas suas comunidades, tanto próximas ou locais, como outras, designadamente países e planeta Terra, numa perspetiva de contribuir, presente e futuramente, para transformações apropriadas para sustentabilidade (artigo 2º, Lei nº49/2005). A ENDS refere o sistema educativo para mobilizar a juventude para DS, melhorando a eficiência dos EB e ESec e reforçando a “educação para a cidadania ” (APA, 2008, p.27).

Todavia, os governos, preocupando-se quase exclusivamente com problemas mais visíveis e prementes do presente, intervêm sobretudo para satisfazer os eleitores nas suas expectativas imediatas, relegam para a posteridade, ou ignoram, impactos não imediatos das suas ações e dão “uma prioridade baixíssima à resolução da problemática global do” DS (Santos, 2008, p.19). As mudanças das políticas requerem repensar e hierarquizar prioridades à luz dos desafios colocados por problemas de sustentabilidade, contrastando com a proeminência dos calendários eleitorais.

Além de divulgar a centralidade das ciências e tecnologias “no caminho para a sustentabilidade”, é essencial que a educação em ciências, nos diversos níveis de ensino e contextos disciplinares, contribua para disseminar “problemas relativos à sustentabilidade do desenvolvimento, especialmente junto das gerações mais novas” (Santos, 2008, p.19). Tais práticas educativas podem repercutir-se, mais tarde ou mais cedo e em diferentes níveis de intervenção política inerentes à conceptualização de cidadania (Hodson, 2011), no repensar de prioridades colocadas por desafios de sustentabilidade, hierarquizá-las, delinear planos de ação e implementá-los.

Problemas de sustentabilidade (social, económica e ambiental) relacionam-se com acesso e utilização de recursos energéticos, em particular os não renováveis, que, como evidenciam resultados relativos a 1973 e 2009, globalmente e em diferentes regiões do mundo, designadamente na Europa, têm vindo a aumentar, tal como as emissões de dióxido de

carbono (IEA, 2011a). O aumento da população mundial e o crescimento económico contribuem para níveis mais elevados de utilização de energia, repercutindo-se nestes aumentos de consumo e de emissões, assimetricamente distribuídos, que agravam problemas de sustentabilidade e dificultam a sua resolução ou mitigação (Pedrosa *et al.*, 2012b).

Os aumentos de consumo de recursos energéticos não renováveis relacionam-se diretamente com a redução ou esgotamento de recursos fundamentais, enquanto os aumentos de emissões de dióxido de carbono e de outros gases com efeito de estufa, com uma forte componente antrópica, estão relacionados com o aumento do aquecimento global e o agravamento de alterações climáticas (IPCC, 2007; McMullen & Jabbour, 2009). Porém, os referidos aumentos também se relacionam com o agravamento de outros problemas de sustentabilidade, como degradação dos ecossistemas, perda de diversidade biológica e cultural, pobreza extrema, potenciando-se mutuamente (Vilches & Gil-Pérez 2010). As NU, visando alertar governos e cidadãos para problemas de sustentabilidade relacionados com o consumo de recursos energéticos e promover tomadas de consciência da necessidade de mudar atitudes e comportamentos, aprovaram *O Ano Internacional da Energia Sustentável para Todos: 2012* (IEA, 2011b).

Energia e recursos energéticos integram temas curriculares de ciências para o EB, tanto no contexto de cada disciplina, por exemplo em Ciências Físico-Químicas (CFQ) em “Fontes e formas de energia” (DEB, 2001b, p.18) e em Ciências Naturais (CN) em “Fluxos de energia e ciclo de matéria” (DEB, 2001b, p.24), como em temas comuns a CFQ e CN, como “Gestão Sustentável de Recursos”, sugerindo-se claramente a “implementação de estratégias de resolução de problemas e de tomadas de decisão” (DEB, 2001b, p.27). As OCCFN também aludem a problemáticas relacionadas com aquecimento global e outras no âmbito de sustentabilidade ambiental, como “o efeito de estufa, o buraco do ozono, as chuvas ácidas, a desflorestação”, enfatizando “problemas reais, quer através de situações locais e/ou regionais” que afetem os alunos”, quer de “problemas mais gerais que afectam a Terra” (DEB, 2001b, p.26).

Temáticas envolvendo energia permitem estabelecer relações com ideias e conceitos de diversas áreas curriculares, apelam a “negociação, estruturação e desenvolvimento de atividades colaborativas” de professores e investigadores que, privilegiando problematização e diálogo em processos educativos, contribuam para enfrentar problemas que quotidianamente surgem, em ciências curriculares como noutros âmbitos, e promover uma literacia científica

“comprometida e de relevância social. Uma formação que esteja voltada para ampliar as condições para o exercício da cidadania” (Angotti & Auth, 2001, p.25-26).

### ***3.1 Cidadania e ABRP em Educação em Ciências para a Sustentabilidade***

As relações entre educação e trabalho são complexas e centrais em qualquer “abordagem verdadeiramente democrática da educação escolar” (Apple, 2002, p.89), remetem para concepções de cidadania em sociedades atuais e alimentam argumentos em diversos âmbitos, e.g. organismos internacionais, como a UNESCO ou a UE, programas de avaliação, como o PISA, projetos de investigação-inovação e seus produtos, divulgados em publicações e encontros científicos, como os Seminários Ibéricos e Ibero-Americanos CTS — catalisadores da Associação Ibero-Americana Ciência-Tecnologia-Sociedade na Educação em Ciência (AIA-CTS)<sup>9</sup>.

Sá (2008), referindo a UNESCO, defende o reconhecimento do papel e importância da educação para promover “desenvolvimento mais sustentáveis” e considera que (re)orientações no sentido de ES devem: i) basear-se em formação ao longo da vida e em variados contextos educativos; ii) promover a perspectiva inter, multi e transdisciplinar, com diversificadas metodologias e recursos didáticos específicos para os temas e destinatários; iii) promover consciencialização da atual “situação de emergência planetária [...], assente numa perspectiva holística das principais problemáticas”; iv) basear-se em e orientar-se para valores, promovendo os direitos humanos; v) estimular respeito pelos limites físicos da Terra e exercícios de cidadania que considere “a dialéctica entre o local e o global [...] assente numa ética da compreensão planetária” (p.33-34).

O programa PISA inclui a utilização de questionários elaborados para avaliar a aplicação de “conhecimentos a situações de vida real” e a preparação “para completa participação na sociedade” de alunos (15 anos)<sup>6</sup>. Diversos relatórios referentes às avaliações realizadas, organizados de acordo com os assuntos-chave avaliados, que integram literacia científica, estão gratuitamente disponíveis na internet, incluindo documentos originais da OCDE<sup>6</sup> e no sítio do Ministério da Educação<sup>10</sup>, destacando-se o de 2006<sup>11</sup>. Contextos do mundo real têm sido uma característica central “para avaliar literacia científica entre jovens,” (Fensham, 2009, p.885) e são essenciais em ensino orientado para ABRP que vise contribuir para desenvolver competências necessárias para os alunos participarem democraticamente nas suas comunidades, numa perspectiva de formação de cidadãos críticos, criativos e interventivos (Lei n.º 49/2005).

Literacia científica requer que os alunos desenvolvam diversas aprendizagens, destacando-se aprender *sobre* ciências, investigação e argumentação científicas, necessárias para construir uma cidadania informada e responsável que englobe comportamentos no domínio ambiental e inclua questões sócio-científicas (Hodson, 2011). Esta perspetiva, reclama tomadas de consciência de relações entre modelos de desenvolvimento e estilos de vida, aponta para a necessidade dos alunos – cidadãos com direitos e deveres – resistirem a processos insustentáveis de desenvolvimento e afigura-se consistente com ensino orientado para ABRP, contrastando com táticas de capacitação através de educação em ciências para cidadania limitadas à inclusão de exemplos do quotidiano para motivar os alunos “e melhorar compreensão conceptual (e possivelmente procedimental)” (Hodson, 2011, p.10).

No âmbito da segunda fase do processo (trifásico) de monitorização e avaliação da DEDS, recomenda-se partir de questões relacionadas com sustentabilidade e promover ABRP para os alunos desenvolverem literacia em sustentabilidade, perspetivando soluções e ações alternativas, planeando-as, implementando-as, refletindo sobre elas e avaliando-as (Tilbury, 2011).

A retórica das competências e a ênfase no seu desenvolvimento em contextos escolares justifica-se com preocupações de preparar os jovens para as suas vidas futuras, mobilizando argumentos e preconizando pedagogias mais ativas e cooperativas, como as requeridas em ABRP, que geram tensões, conflitos e resistências, podendo: i) resultar de se recear que conduzam à perda do “controlo do grupo e da progressão no programa” (Perrenoud, 2012, p.27); ii) relacionar-se com diferentes conceções de escola que importa clarificar, designadamente se para elites, centrando-se no prosseguimento de estudos, ou se para todos, centrando-se na sua preparação “para a vida, e primeiro, dos mais desfavorecidos” (Perrenoud, 2012, p.31).

A conceção e desenvolvimento de projetos de ABRP integrando ES em educação em ciências relacionam-se com diversos conceitos, incluindo cidadania que engloba diferentes conceções, também devidas a interesses divergentes repercutindo-se em diferenças entre países, “raças, sexos e classes sociais” (Menezes, 2001, p.105). As conceções de cidadania (e consequentes papéis dos cidadãos) podem caracterizar-se de acordo com a “*tradição liberal-individualista*”, que “apreende as instituições [...] de um modo individualista e instrumental” (Menezes, 2001, p.108) e não realça a participação dos cidadãos, ou com a “*tradição aristotélica ou republicana-cívica*”, que vincula a realização da cidadania a uma “prática conjunta de autodeterminações” devendo o cidadão sentir-se “envolvido/identificado com o destino

individual e colectivo, agindo sobre os desafios reais [...] à escala onde os problemas se colocam” (Menezes, 2001, p.109). Esta concepção afigura-se consistente com educação em ciências que integre ABRP em perspetivas consonantes com ES e doravante designar-se-á *cidadania cívica* (CC), distinguindo-se da *cidadania individualista*.

Concepções de CC subjazem a argumentos utilizados em investigação-inovação em educação científica, destacando-se os Seminários Ibéricos e Ibero-Americanos CTS pelos contributos para desenvolver CC e ES, promovendo convergências entre a comunidade científica e cidadãos (Vilches & Gil-Pérez, 2010).

Neste século, CC reclama consciência de que cada pessoa é simultaneamente indivíduo, membro de uma sociedade e de uma espécie (Morin, 1999); deve incluir-se, em desenvolvimento humano, autonomia individual, participação comunitária e consciência de pertencer à espécie humana – cada pessoa “transporta esta tripla realidade” exercendo a sua cidadania numa “ética individual/espécie [que] requer controlo da sociedade pelo indivíduo e controlo do indivíduo pela sociedade; por outras palavras, democracia” (Morin, 1999, p.3).

As crises de sustentabilidade, como as económicas, energéticas, alimentares, sendo localmente provocadas, repercutem-se na globalidade do planeta, importando que os correlacionados problemas gloais (Pedrosa *et al.*, 2012a) se abordem sistematicamente para realçar efeitos e importância de ações locais, incluindo a identificação de práticas quotidianas, e.g. relacionadas com importação de alimentos ou de recursos energéticos, ou outras mais centradas em decisões pessoais, e.g. utilização de meios de transporte e suas repercussões em emissões de dióxido de carbono e alterações climáticas, em ambientes próximos e longínquos (Novo Vilaverde & Murga-Menoyo, 2009).

Tais abordagens humanístico-culturais (Aikenhead, 2009) desafiam concepções de professor como transmissor de conhecimentos e devem envolver “os alunos no questionamento de aspetos sociais, económicos e ambientais e de formas dominantes de pensamento” (Pedrosa *et al.*, 2012a, p.50), o que configura um problema educativo real maior (Morin, 1999): como encorajar aprendizagens em que se apreenda problemas fundamentais gerais inserindo conhecimentos parciais circunscritos em disciplinas?

Currículo, envolvendo valores e sendo condicionado por necessidades socioeconómicas e ideologias socioeducativas, engloba múltiplas interpretações e corporiza variações e conflitualidade semelhantes às de outras práticas sociais, podendo definir-se como “o conjunto de aprendizagens que, por se considerarem socialmente necessárias num dado tempo

e contexto, cabe à escola garantir e organizar” (Roldão, 1999, p.24). Atente-se que o currículo sendo central para “reprodução cultural e social” (Silva, 2000, p.80), “formação da consciência – dominante ou dominada” e uma construção social, importa perguntar “que conhecimentos são *considerados* válidos?” em vez de “que conhecimentos *são* válidos?” (Silva, 2000, p.153).

O currículo corporiza-se nas práticas dos professores, nos seus contextos com complexidade inerente– não se limita a documentos curriculares – independentemente do nível de desenvolvimento curricular e da respetiva responsabilidade caber ao governo nacional, a departamentos ou comissões das escolas ou a professores das disciplinas (e turmas) (González, 2011). Embora reconhecendo que ações nas escolas não podem substituir-se às que decorrem “na economia e no Estado, de forma a insistir que as pessoas são mais importantes do que a propriedade”, Apple (2002) considera crítico lutar para “manter e expandir a substância da democracia na educação”, podendo ser “essencial para se criar uma cidadania bem informada” (p.109). Das estratégias de integração de ABRP e das práticas dos professores dependerá o contributo de educação em ciências no EB para os alunos desenvolverem competências de CC, informada e interventiva.

### ***3.2 ABRP, Sustentabilidade e Cidadania em Educação em Ciências: implicações para formação de professores***

Em UNESCO (2009) considera-se necessário apoiar: i) a inclusão de questões de DS em todos os níveis educativos, utilizando abordagens sistémicas e integradas; ii) a (re)orientação curricular de programas de formação inicial e contínua de professores para incluírem ES; iii) estimular o desenvolvimento de indicadores nacionais de ES que, promovendo diálogo político baseado em evidências, considerem investigação relevante, estratégias de monitorização e de avaliação e partilha de boas práticas, visando informar a implementação e revisão de processos e produtos de ES. Requerem-se, pois, abordagens inovadoras de educação científica, orientadas para ES, que, tendo em conta a diversidade de ambientes materiais, socioeconómicos e éticos, promovam o desenvolvimento de competências, através de experiências de aprendizagem ativas e contextualizadas, numa perspetiva global, interdisciplinar (DEB, 2001a) e promotora de literacia científica – fundamental em CC (DEB, 2001b) – que reclama formação de professores de ciências com idênticas orientações.

No contexto nacional, reconhecem-se dificuldades de integração em educação formal de ciências de ensino orientado para ABRP (Morgado & Leite, 2012), particularmente numa

perspetiva de CC que requer (Hodson, 2011, p.232): i) “substituir sentimentos de apatia e impotência pelo sentimento de que, como indivíduos ou como um grupo, [os alunos] podem *fazer uma diferença*”; ii) “lidar adequadamente com questões sócio-científicas e ambientais”, contemplando conceitos de interdependências e de inter-relações “em múltiplos níveis: intrapessoal, interpessoal, local, regional e global”.

É essencial desenvolver atividades colaborativas de professores e investigadores que privilegiem problematização e diálogo em processos educativos e contribuam para enfrentar problemas que quotidianamente surgem, em ciências curriculares como noutros âmbitos (Angotti & Auth, 2001). Em contextos escolares de ciências destacam-se ideias associadas a conceções substancialistas de energia, notoriamente presentes noutros âmbitos, que aparentemente integram formas dominantes de pensamento, passando a utilizar-se indiscriminadamente (Souza & Justi, 2011).

Integrar projetos de ABRP em disciplinas de ciências, orientados por preocupações de ES e de CC e crítica, envolvendo conceitos de energia, pode contribuir também para superar ideias de alunos dissonantes das pretendidas em cada disciplina de ciências, como em química (Kind, 2004). Desenvolvê-los adequadamente requer prévia formação de professores e atividades colaborativas, visando identificar em materiais didáticos (e.g. manuais escolares) eventuais problemas conceptuais e inconsistências, para níveis de escolaridade comparáveis, discuti-los e delinear estratégias para os resolver, ajudando os alunos a compreender melhor tais conceitos em contextos disciplinares, designadamente CFQ e CN, relacionando-os adequadamente com linguagem utilizada noutros contextos.

Integrar ABRP em educação em ciências para promover ES e CC requer também considerar-se os atuais cenários de crise, decorrentes da presente cultura empresarial, dirigida para rápidos e máximos lucros, ter gerado mudanças laborais e sociais consideráveis, parcialmente devidas à substituição do capitalismo industrial pelo financeiro, também percetíveis nas escolas (Perrenoud, 2012). Além de requisitos referidos e formação de professores específica (Morgado & Leite, 2012), importa incluir nessa formação problemas glocais, visando ajudar a compreender “evoluções do trabalho e do mundo laboral”, não ignorando as suas causas: “a desregulação dos mercados e dos comportamentos económicos, o excesso de liberalismo, a debilidade dos controlos e o predomínio de uma lógica financeira sobre uma lógica económica ou industrial” (Perrenoud, 2012, p.32).

Da complexidade desta perspectiva de ABRP e dos desafios e exigências que configura, resultam necessidades de formação de professores que os ajudem a aprofundar conhecimentos sobre problemas de sustentabilidade, suas causas e consequências, incluindo discernirem entre fatores objetivos e subjetivos de problemas atuais, como os que convergem em sofrimento e percepções de infelicidade, eventualmente aplicáveis a si próprios, associados à “violência da burocracia de hoje em dia” (Perrenoud, 2012, p.33). As atividades formativas devem contribuir para reconhecer progressos científico-tecnológicos conseguidos na matriz de especializações disciplinares e compreender inerentes problemas e dificuldades de conhecimento pertinente acumulados nos sistemas educativos – tanto problemas fundamentais como globais ultrapassam fronteiras disciplinares (Morin, 1999).

Como percepções fracas do global conduzem a fracos sentidos de responsabilidade e de solidariedade (Morin, 1999), integrar ES em educação científica utilizando ABRP, requer que a formação de professores contemple contracorrentes estimulantes de mudanças, como a qualitativa enquanto “reação contra o predomínio da quantitativa e a tendência geral para a uniformidade”, a “resistência contra os ditames de consumo padronizado”, a “emancipação da onnipresente tirania do dinheiro expressa em esforços para resistir ao reino do lucro contrabalançando-o com solidariedade humana” (Morin, 1999, p.36), tendo em vista contribuir para travar processos de “regressão democrática” que retiram oportunidades de decisão política aos cidadãos e “enfraquecem o espírito cívico” (Morin, 1999, p.60).

Formação de professores contemplando desenvolvimento profissional proporcionado aos participantes, práticas letivas emanadas dessa participação e alunos envolvidos nessas práticas (Hewson, 2006) afigura-se consistente com pedagogia crítica freireana sobre literacia enquanto “compreensão do papel da linguagem na vida quotidiana e na produção de cultura, destacando o poder libertador da linguagem e da razão” e com práticas educativas integradoras de reflexão e ação, incluindo ações transformadoras de professores a par “com os oprimidos e os comprometidos” (Carlson & Apple, 2003, p.39). Todavia, formação de professores e educação formal de ciências com esta complexidade e características poderão gerar desconforto, e.g. devido a “comprometimentos ideológicos possivelmente contraditórios” e à “crescente pressão que docentes e escolas vêm sofrendo de activistas conservadores” (Carlson & Apple, 2003, p.42).



#### 4. Conclusões e implicações

Considerando as finalidades de ABRP e ES, importa e urge em educação em ciências, contemplando perspectivas gloais de problemas de sustentabilidade, subjacentes às MDM e referentes ao mundo real, como os relacionados com acesso e utilização de recursos energéticos, para populações escolares, identificando-os (presente e futuramente), desenvolverem diversas competências necessárias para efetivamente exercerem CC. Esta perspectiva requer reconhecer-se papéis de reprodução cultural e social de escolas e currículos (Silva, 2000), bem como tensões e resistências que pedagogias ativas e cooperativas, como as requeridas em ABRP e ES, geram, eventualmente associadas a receios de perdas de controlo e de progressão no programa (Perrenoud, 2012).

São essenciais programas de formação de professores que, além de proporcionarem conhecimento das potencialidades de ABRP (Morgado & Leite, 2012), proporcionem oportunidades para aprenderem a usá-la (Akçay, 2009), desenvolvendo níveis de confiança e conforto necessários para integrar ES em perspectivas de CC, preparando adequadamente recursos para os alunos, usufruindo das suas potencialidades, melhorarem aprendizagens.

Da centralidade de energia e recursos energéticos em problemas e desafios de sustentabilidade, ensino de ciências no EB deve integrá-los, aplicando o artigo 2º da LBSE e a ENDS, para reconhecimento da sua relevância pessoal e social, integrando ABRP em temáticas curriculares (DEB, 2001a; b). Devendo os contextos ser significativos para os alunos e pertinentes para concretizar finalidades educativas, importará aplicar a ABRP o sugerido por Apple (2002) relativamente a currículos: devem estar envoltos numa “penumbra de imprecisão” (p.86), para assegurar o acordo de indivíduos ou grupos fortes, mas serem “suficientemente específicos para oferecerem algo aos profissionais aqui e agora” (p.87), incluindo ideias imaginativas que apelem à ação — precisam de seduzir e arrebatam os destinatários (Apple, 2002) primeiramente professores de ciências.

Professores sensibilizados para integrar ABRP numa perspectiva de ES nas suas práticas, devem envolver-se em desenvolvimentos curriculares adequados e pertinentes, enquadrados por documentos curriculares de primeiro nível (González (2011), especialmente para o EB (DEB, 2001a; b ou equivalentes), destacando-se projetos curriculares de escola e/ou do departamento, planificações de aulas para disciplinas e turmas da sua responsabilidade e, finalmente, adaptações das planificações de aulas a eventuais necessidades específicas de

alguns alunos — documentos curriculares de segundo, terceiro e quarto níveis, respetivamente (González, 2011).

**Agradecimentos:** Este trabalho foi realizado no âmbito do projeto Educação em Ciências para a Cidadania através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (PTDC/CPE-CED/108197/2008), financiado pela FCT no âmbito do Programa Operacional Temático Factores de Competitividade (COMPETE) do quadro Comunitário de Apoio III e participado pelo Fundo Comunitário Europeu (FEDER).

**Notas:** inseridas no texto [acessos: 15/9/2013]

<sup>1</sup><http://www.unesco.org/new/en/education/themes/leading-the-international-agenda/education-for-sustainable-development/>

<sup>2</sup><http://www.un.org/millenniumgoals/>

<sup>3</sup><http://www.un.org/millenniumgoals/reports.shtml>

<sup>4</sup><http://www.unesco.org/new/en/education/themes/leading-the-international-agenda/education-for-all/efa-goals/>

<sup>5</sup><http://www.unesco.org/new/en/education/themes/education-building-blocks/literacy/un-literacy-decade/>

<sup>6</sup><http://www.oecd.org/pisa/aboutpisa/>

<sup>7</sup>[http://europa.eu/legislation\\_summaries/education\\_training\\_youth/lifelong\\_learning/c11090\\_pt.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/education_training_youth/lifelong_learning/c11090_pt.htm)

<sup>8</sup><http://www.ipcc.ch/>

<sup>9</sup><http://aia-cts.web.ua.pt/>

<sup>10</sup><http://www.gave.min-edu.pt/np3/33.html>

<sup>11</sup>[http://www.gave.min-edu.pt/np3content/?newsId=33&fileName=relatoio\\_nacional\\_pisa\\_2006.pdf](http://www.gave.min-edu.pt/np3content/?newsId=33&fileName=relatoio_nacional_pisa_2006.pdf)

## 7. Referências bibliográficas

Aikenhead, G. (2009). *Educação Científica para todos*. Mangualde: Edições Pedagogo, Lda.

Akçay, B. (2009). Problem-based Learning in Science Education. *Journal of Turkish Science Education*, 6 (1), 26-36.

Angotti, J. & Auth, M. (2001). Ciência e Tecnologia: Implicações Sociais e o Papel da Educação. Em *Ciência & Educação*, 7 (1), 15-27.

APA (Agência Portuguesa do Ambiente) (2008). *Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável ENDS 2015*. Agência Portuguesa do Ambiente.

Apple, M. (2002). *Manuais Escolares e Trabalho Docente – Uma Economia Política de Relações de Classe e de Género na Educação*. Lisboa: Didáctica Editora.

Botti, J. & Noguez, M. (2004). PBL Scenario Essentials. *Proceedings of the PBL International Conference*. Cancun.

Carlson, D. & Apple, M. (2003). Teoria Educational Crítica em Tempos Incertos. Em Hypólito, A. M. & Gandim, L. A. (ed.). *Educação em Tempos de Incertezas*. (pp. 11-52). Lisboa: Didáctica Editora.

Chambers, C., Koepf, E., Lyons, C. & Druckenmiller, M. (2013). Sustainability Stew: A Recipe for Problem Framing and Discussion. *Journal of Sustainability Education*.

DEB (2001a). Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais. Lisboa: Ministério da Educação.

DEB (2001b). Orientações Curriculares para o 3º ciclo do Ensino Básico – Ciências Físicas e Naturais. Lisboa: Ministério da Educação.

- Fensham P. (2009). Real World Contexts in PISA Science: Implications for Context-Based Science Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 46 (8), 884–896.
- Gandin, L. & Hypólito, Á. (2003). Reestruturação educacional como construção social contraditória. Em Hypólito, A. & Gandim, L. (ed.). *Educação em tempos de incertezas*. (pp.53-82). Lisboa: Didáctica Editora.
- González, A. (2011). *Las competencias en la programación de aula*, II. Barcelona: Editorial Graó.
- Hewson, P. (2006). Teacher Professional Development in Science. Em S. K. Abell & N. G. Lederman (Ed.). *Handbook of Research on Science Education* (pp. 1117-1203). New Jersey & London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hodson, D. (2011). *Looking to the Future: Building a Curriculum for Social Activism*. Rotterdam/Boston/Taipei: Sense Publishers.
- IEA (2011a). *Key World Energy Statistics*. Paris: International Energy Agency (IEA).
- IEA (2011b). *Energy for All - Financing access for the poor. World Energy Outlook 2011*. Paris: International Energy Agency (IEA).
- IPCC (2007) *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. New York: Cambridge University Press.
- JOUE (Jornal Oficial da União Europeia) (2006). Recomendação do Parlamento Europeu e do Conselho de 18 de Dezembro de 2006 sobre as competências essenciais para a aprendizagem ao longo da vida. *Jornal Oficial da União Europeia*, 10-15.
- Kind, V. (2004). *Beyond Appearances: Students' misconceptions about basic chemical ideas*. 2<sup>nd</sup> Edition. Durham University, UK: School of Education.
- Lambros, A. (2004). *Problem-Based Learning in middle and high school classrooms*. Thousand Oaks: Corwin Press.
- Lei nº 49/2005. Lei de Bases do Sistema Educativo. *Diário da República*, nº 166 (I Série-A), 5124-5132.
- McMullen, P. & Jabbour, J. (Editors) (2009). *Climate Change Science Compendium*. UNEP (United Nations Environment Programme).
- Menezes, M. (2001). *As Práticas de Cidadania num Poder Local Comprometido com a Comunidade*. Coimbra: Quarteto Editora.
- Mergendoller, J., Markham, T., Ravitz, J. & Larmer, J. (2006). Pervasive management of project based learning: Teachers as guides and facilitators. Em C. Evertson & C. Weinstein (Eds.). *Handbook of classroom management: Research, practice, and contemporary issues* (pp. 583-615). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Morgado, S. & Leite, L. (2012). Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: efeitos de uma ação de formação de professores de Ciências e de Geografia. Em Domínguez Castiñeiras, J.M. (Ed.). *XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 511-518). Santiago de Compostela: Universidade de Santiago de Compostela.
- Morin, E. (1999). *Seven complex lessons in education for the future*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Novo Vilaverde, M. & Murga-Menoyo, M. (2009). Local-global: Comunidades sostenibles. Em *Manual de Educación para la Sostenibilidad*.
- Pedrosa, M., Ferreira, A. & Simões, M. (2012a). Problemas *Glocais*, Ensino de Ciências e Caminhos de Sustentabilidade: Enfoques de Química. Em Díaz, M. J.; Julián M. S.; Crespo, M. (Coords). *Atas do VII Seminário Ibérico/III Seminário Ibero-americano - CTS no ensino das Ciências - Talleres*. Madrid: IES “San Isidro”, 49-54.
- Pedrosa, M., João, P. & Henriques, M. (2012b). Problemas de Desenvolvimento Sustentável, Educação Científica e Aprendizagem Baseada em Problemas. Em Díaz, M. J.; Julián M. S.; Crespo, M. (Coords). *Atas do VII Seminário Ibérico/III Seminário Ibero-americano - CTS no ensino das Ciências - Adenda a las Actas completas*. Madrid: IES “San Isidro”, 4-10.

- Pedrosa, M. & Moreno, M. (2007). Ensino Superior, Protecção Ambiental e Desenvolvimento Sustentável. *I Congreso Internacional de Educación Ambiental dos Países Lusófonos e Galícia*.
- Perrenoud, P. (2012). *Cuando la Escuela Pretende Preparar para la Vida – Desarrollar competencias o enseñar otros saberes?*. Barcelona: Editorial Graó.
- Roldão, M. (1999). *Gestão Curricular – Fundamentos e Práticas*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Sá, P. (2008). As Décadas da UNESCO para a Literacia e para a Educação para o Desenvolvimento Sustentável: particularidades e pontos comuns. Em Vieira, et al. (Coords). *Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências – Educação Científica e Desenvolvimento Sustentável*. V Seminário Ibérico / I Seminário Ibero-americano (pp. 32-35).
- Santos, F. D. (2008). Riscos de insustentabilidade. Quais os caminhos para um desenvolvimento sustentável?. Em Vieira et al. (Coords). *Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências – Educação Científica e Desenvolvimento Sustentável*. V Seminário Ibérico / I Seminário Ibero-americano (pp.14-20).
- Santos, M. E. N. V. M. (2004). Dos códigos de Cidadania aos códigos do Movimento CTS. Fundamentos, Desafios e Contextos. Em I. Martins, F. Paixão & R. Vieira (Org). *Perspectivas Ciência-Tecnologia-Sociedade na Inovação da Educação em Ciência*. Aveiro: Universidade de Aveiro, Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa.
- Silva, T. (2000). *Teorias do Currículo – Uma introdução crítica*. Porto: Porto Editora.
- Souza, V. & Justi, R. (2011). Interloquções possíveis entre linguagem e apropriação de conceitos científicos na perspectiva de uma estratégia de modelagem para a energia envolvida nas transformações química. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 13, (2). Brasil: Universidade Federal de Minas Gerais Minas Gerais, 31-46.
- Tilbury, D. (2011). *Education for Sustainable Development: An Expert Review of Processes and Learning*. Paris: UNESCO.
- UN (2013). *The Millennium Development Goals Report*. New York: United Nations.
- UNESCO (2005). *Década da Educação das Nações Unidas para um Desenvolvimento Sustentável, 2005-2014: documento final do esquema internacional de implementação*. Brasília: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, Representação no Brasil.
- UNESCO (2009). *Education for Sustainable Development and Climate Change*. Policy Dialogue 4: ESD and Development Policy.
- Vilches, A. & Gil-Pérez, D. (2010). CTS, CTSA, Educação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável: Convergências e Divergências. *II Seminário Ibero-Americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino de Ciências – Mesa redonda*. Brasil: Brasília.
- Vilches, A., Gil Pérez, D., Calero M., Toscano, J. & Macías, O. (2013). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*.

## **O valor educativo dos Problemas nos museus e centros interativos de ciência**

**Ana S. Afonso, Francisco Rodrigues e Patrícia Lourenço**

*Instituto de Educação, Universidade do Minho, Braga, Portugal*

### **Resumo**

Os museus e centros interativos de ciência são maioritariamente visitados pelo público escolar, sendo reconhecidos como instituições que contribuem para a aprendizagem de nível cognitivo, afetivo e psicomotor. A discussão e resolução de problemas nestes contextos tem vindo a ser reconhecida como uma estratégia promotora da aprendizagem dos alunos. Torna-se assim importante discutir que características devem apresentar os problemas a serem discutidos durante as visitas de estudo a museus e centros interativos de ciência, como devem ser apresentados, e como a sua discussão pode ser estimulada entre os alunos. De modo a fundamentar esta discussão, para além do recurso à literatura existente, realizaram-se dois estudos empíricos. Num dos estudos analisou-se em que medida os recursos de ótica dos centros interativos de ciência portugueses colocam aos visitantes problemas para discussão. Para isso, foram recolhidas informações, por e-mail e in loco, sobre os recursos de ótica disponibilizados aos visitantes. No outro estudo, analisou-se como os alunos discutem problemas durante uma visita de estudo a um museu de ciência. Para este estudo implementou-se uma visita de estudo para alunos de 8º ano com base nas recomendações da literatura, em particular, criaram-se problemas para serem discutidos pelos alunos durante a visita de estudo.

### **1. Contextualização**

Os museus de ciência e os centros interativos de ciência são maioritariamente visitados pelo público escolar (Caldeira & Antunes, 2005; Delicado, 2010), sendo reconhecidos como espaços potencializadores da aprendizagem de nível cognitivo, afetivo e psicomotor (Anderson & Lucas, 1997; Bell, Lewenstein, Shouse & Feder, 2009; Rennie, 2007). Contudo, vários estudos têm mostrado que as visitas de estudo nem sempre são eficazes para a aprendizagem das ciências. Tal deve-se, em parte, ao desenho das áreas expositivas, muitas vezes com módulos isolados apenas ilustrando fenómenos e não favorecendo a interação social (Afonso & Gilbert, 2008; Lourenço, 2012), bem como à dificuldade dos professores em enquadrarem as visitas de estudo nas suas aulas (DeWitt & Hohenstein, 2010; Tal, Bamberger & Morag, 2005), desvalorizando as actividades de pré e pós visita (DeWitt & Storksdieck 2008; Griffin, 2004) e, finalmente, às dificuldades dos professores e/ou monitores em estimularem as interações sociais entre os alunos durante as visitas de estudo (Rodrigues, 2012).

Algumas estratégias para potencializar a aprendizagem em museus e centros interativos de ciência têm vindo a ser implementadas com sucesso. De entre estas destacam-se i) a

organização de exposições temáticas em torno de questões de elevado nível cognitivo, relevantes para o visitante, que potencializam discussões e reflexões relacionadas com a ciência, a tecnologia e a sociedade (Ganguly et al., 2003; Pedretti, 2007), ii) o desenho de módulos interativos que contribuam para responder a desafios colocados aos visitantes por intermédio dos painéis explicativos (Humphrey, Gutwill & The Exploratorium APE team, 2005), iii) as atividades de pré-visita nas quais são formuladas questões problema a serem investigadas pelos alunos no centro interativo de ciência (DeWitt & Osborne, 2007; DeWitt & Hohenstein, 2010) ou discutidas por estes junto a objetos de um museu (Quistgaard, s/d). Destaca-se ainda o envolvimento dos alunos durante a visita de estudo em jogos, nos quais lhes é pedido para procurarem a resposta a uma questão problema, usando para tal um módulo interativo (Gutwill & Allen, 2010). Central a estas propostas parece estar subjacente a presença de questões iniciais que colocam desafios aos visitantes, que, em grupo, devem discutir possíveis soluções para as questões colocadas, dispondo, para tal, dos recursos disponibilizados pelos centros interativos e museus de ciência. Estas questões que colocam desafios ao visitante que, à partida, não conhece a sua resolução nem a forma de ultrapassar o obstáculo, serão aqui designadas por Problemas (Neto, 1998).

## **2. Objetivos**

Tendo em conta que os problemas, no contexto dos centros interativos e museus de ciência, desempenham um papel importante na promoção da aprendizagem dos visitantes, em particular dos alunos, este estudo procurou analisar:

Em que medida os recursos de ótica dos centros interativos de ciência portugueses colocam problemas aos visitantes para discussão?

Como discutem os alunos problemas durante uma visita de estudo a um museu de ciência?

De acordo com as respostas às questões de investigação e considerando a literatura existente, procurou-se inferir que tipo de características devem apresentar os problemas a serem discutidos durante as visitas de estudo, como devem ser apresentados, e como a sua discussão poderá ser estimulada entre os alunos.

Para responder às questões de investigação foram levados a cabo dois estudos empíricos. As conclusões e recomendações destes estudos serão apresentadas em conjunto na secção “Conclusões e implicações”.

### **3. Estudo 1: Problemas nos centros interativos de ciências - propostas das instituições**

#### ***3.1 Revisão de literatura***

Os centros interativos de ciência têm vindo a ser criticados por apresentarem a ciência como algo factual, sem exporem os visitantes a assuntos controversos além de darem poucas oportunidades aos visitantes para compreenderem a natureza da ciência e por não contextualizarem suficientemente os seus recursos de modo a que estes atendam aos interesses e necessidades dos visitantes (Delicado, 2010; Friedman, 2000). É cada vez mais consensual que para ultrapassar estas limitações (Ganguly et al., 2003; Pedretti, 2002; 2004; Rennie, 2007; 2013) é necessária uma mudança de paradigma no desenho de exposições e módulos interativos. Desta forma, as exposições que demonstram fenómenos devem passar a ser exposições que coloquem problemas aos visitantes (Pedretti, 2002; 2004), os módulos interativos tradicionais, centrados na demonstração de fenómenos, devem converter-se em módulos interativos que coloquem problemas para discussão (Humphrey, Gutwill & The Exploratorium APE team, 2005) e finalmente as exposições apenas constituídas por módulos interativos dispersos devem dar lugar a exposições constituídas por uma variedade de recursos, organizados de modo a dar coerência ao tema central da exposição (Allen et al., 2007).

Estudos empíricos têm apresentado evidência da eficácia desta mudança de paradigma. Pedretti (2004) avaliou o valor educativo de duas exposições centradas em questões socio-científicas controversas: uma sobre a decisão de construção de uma mina e outra sobre a natureza e sobre os processos de construção das ciências, tendo constatado que estas estimularam o debate e a reflexão entre os alunos. Ganguly et al. (2003) reorganizaram os recursos de um museu de anatomia de modo a que os alunos pudessem responder a questões problema. Como resultado, a afluência dos alunos de medicina a este museu aumentou, os alunos melhoraram a sua participação nas aulas teóricas na universidade e sentiram-se melhor preparados para o exame de anatomia. Também a natureza dos módulos interativos, as suas propostas de exploração e o modo como se organizam no espaço do museu condicionam o que se aprende. Os estudos revelam que quando os módulos interativos se centram em problemas e apresentam orientações gerais para a sua solução através dos painéis explicativos os visitantes formulam e respondem a mais questões formuladas pelo grupo (Gutwill, 2006; Humphrey, Gutwill & The Exploratorium APE team, 2005; Tisdal & Perry, 2004). Para além disso, a organização dos recursos de uma exposição de modo a dotá-la de uma coerência

interna, por exemplo através de narrativas, tem permitido ao visitante construir um modelo mental mais adequado sobre as mensagens subjacentes à exposição (Rennie, 2013).

### **3.2. Metodologia**

Os dados foram recolhidos por uma das autoras (PL) em oito dos 14 centros interativos de ciência em Portugal Continental. Embora todos os 14 centros interativos tivessem sido contactados por e-mail, um não forneceu qualquer informação e cinco não tinham recursos de ótica. Para além da informação enviada pelos centros interativos de ciência, em alguns casos, foi ainda recolhida informação in loco a partir de registo fotográfico, com o consentimento dos responsáveis da instituição. No total foi recolhida informação sobre 66 recursos (objetos e módulos interativos) e respetivos painéis explicativos. Os dados recolhidos foram submetidos a uma análise de conteúdo tendo as categorias sido formadas *à posteriori*.

### **3.3. Análise dos dados**

No que diz respeito à organização dos recursos, constata-se que dos 66 recursos de ótica identificados, 53 encontravam-se em seis exposições interativas e 13 estavam dispersos em salas expositivas dos centros interativos de ciência. As exposições temáticas cobriam temas inseridos nas seguintes categorias:

Categoria 1: Fundamentos de ótica (duas exposições). Estas relacionavam-se com os princípios fundamentais da ótica;

Categoria 2: Ótica no dia-a-dia (duas exposições). Estas exposições relacionavam-se com o modo como a ótica se encontra subjacente aos instrumentos tecnológicos ou objetos que se utilizam no dia-a-dia (p.ex.: micro-ondas, fibra ótica);

Categoria 3: Uso da ótica noutras áreas disciplinares (duas exposições). Nestas exposições dedicadas ao tema punha-se em evidência como alguns princípios da ótica são importantes e centrais para a compreensão do funcionamento do olho e das doenças a ele associadas ou para o desenvolvimento dos instrumentos de navegação.

Na maioria destas exposições temáticas, para além de um painel à entrada da área expositiva a apresentar os objetivos da exposição, não foram encontradas narrativas ou organizadores prévios que facilitassem a criação de ligações entre os diferentes recursos e destes com o tema central da exposição. Os principais componentes destas exposições são módulos interativos (n=47), tendo-se registado a presença de alguns objetos (n=6). A análise do desenho dos



módulos e dos painéis explicativos a eles associados permitiu identificar três propostas diferentes para a sua exploração:

- Exploração tradicional, a mais comum (n=44), na qual se demonstra um fenómeno (p. ex.: sobreposição de cores primárias) ou se ilustra, por intermédio de uma analogia, a estrutura ou mecanismo de funcionamento de um sistema (p. ex.: olho humano). Estes módulos interativos são acompanhados por painéis explicativos que apresentam uma estrutura tradicional (isto é, procedimento para o funcionamento do módulo, descrição das observações, explicação causal, e, por vezes, uma aplicação ao dia a dia):

“Imagem real

Vê e faz:

- Aproxima lentamente a mão do centro do espelho
- Consegues apertar a tua própria mão?

O que acontece

O espelho curvo reflete a luz da tua mão de volta de modo a formar uma imagem em frente ao espelho (uma imagem “real”). Para que a tua mão toque na imagem tens que a pôr no centro da curva do espelho. Repara que a imagem parece a da tua mão e faz exatamente os movimentos opostos, por isso não consegues apertar a tua própria mão!”.

- Exploração prolongada (n=1). Nestes módulos interativos parece estar subjacente uma exploração inicial do módulo, de modo a familiarizar o visitante com o seu funcionamento, seguida de uma nova exploração estimulada por questões, cujas respostas requerem uma nova exploração do módulo:

“Acendendo uma lâmpada de cada vez, compara o efeito da luz ultravioleta e da luz normal ao incidir em: notas falsas, bilhetes de lotaria, cartões de crédito, minerais e outros materiais. Colocar sobre os materiais uma placa com creme solar. O que se observa? Poderá testar a eficácia do protetor solar ou dos seus óculos de sol”.

- Resolução de um problema (n=2). O painel explicativo apresenta um problema inicial para ser resolvido com auxílio do módulo:

“Imagina que és um faroleiro. As lentes do teu farol partiram-se em mil pedaços e a sua luz não chega às embarcações distantes no mar. Tens que resolver o problema e colocar o farol em rotação”.

Contudo, o painel explicativo, ao invés de apresentar orientações gerais para a resolução do problema, descreve como este pode ser resolvido:

“Para o conseguires terás que usar dois espelhos e fazer incidir a luz do sol nos sensores que estão na base do farol”.

Num outro módulo, o problema para resolução surge enquadrado numa situação do dia-a-dia:

“Ao fotografar algo atrás de um vidro, o fotógrafo tem que ter o cuidado de não captar as imagens nele refletidas. Em que condições a superfície de um lago funciona predominantemente como um espelho?”.

A resposta a este problema pode ser encontrada através da exploração de um módulo constituído por um espelho semitransparente, colocado num suporte. Este espelho pode ser iluminado simultaneamente ou alternadamente de ambos os lados com luz de diferentes intensidades, controlada por um reóstato.

### **3.4. Discussão**

Embora os resultados do estudo não permitam efetuar generalizações, é possível constatar que os recursos de ótica são preferencialmente agrupados em contextos cujos temas parecem estar relacionados com a missão do centro interativo que os acolhe (Carliner, 1998). Os contextos encontrados, em especial os relacionados com a ótica no dia-a-dia e com a ótica em outras áreas disciplinares, são suscetíveis de gerar problemas relevantes para o indivíduo. Aliás, como defendem Stocklmayer, Durant e Cerini (2011) a familiaridade com objetos tecnológicos e o desconhecimento do modo como funcionam pode ser um ponto de partida para a criação de atividades promotoras da aprendizagem. Contudo, estes não foram explicitamente apresentados para discussão, tal como é recomendado por Pedretti (2002, 2004). A organização dos recursos não parece favorecer a relação entre os mesmos nem destes com o tema da exposição em que se inserem, o que poderá dificultar não só a desconstrução e consequente construção das mensagens subjacentes à exposição pelos visitantes (Simmoneaux & Jacobi, 1997; Stocklmayer & Gilbert, 2002). De facto, quando as possíveis relações entre os recursos não são explícitas, o estabelecimento de relações espontâneas entre módulos de uma exposição é pouco frequente entre alunos (Rodrigues, 2012) e entre visitantes casuais (Allen, 2002). Por outro lado, constata-se que a maioria dos módulos interativos incitam a uma exploração tradicional dos mesmos, sendo poucas as propostas de exploração (isto é, baseadas em problemas ou que estimulem a exploração

prolongada) consistentes com o que tem vindo a ser defendido na literatura (Gutwill & Allen, 2011).

#### **4. Estudo 2: Os diálogos dos alunos em torno de situações problema, durante uma visita de estudo a um museu de ciência**

##### ***4.1. Revisão de literatura***

A aprendizagem dos alunos em museus e centros interativos de ciência, no âmbito de visitas de estudo, é influenciada por vários fatores que se relacionam entre si, tais como as ofertas educativas da instituição a visitar (Gutwill & Allen, 2011), o conhecimento prévio do aprendiz e os seus objetivos para a visita de estudo (Anderson & Lucas, 1997), o sucesso na preparação dos alunos para a visita de estudo dando-lhes a conhecer as características de um museu de ciência (Anderson & Lucas, 1997), o tipo de visita de estudo (isto é, não estruturada, estruturada ou semiestruturada) (Stronck, 1983), e a natureza das atividades antes e após a visita de estudo (Anderson & Lucas, 1997). Um outro fator também importante enquanto condicionador da aprendizagem, embora pouco estudado, é a natureza das interações sociais durante a visita de estudo (DeWitt & Hohenstein, 2010). Os estudos existentes revelam que nas visitas de estudo de tipo não estruturado as conversas são de baixo nível cognitivo, não tirando, os alunos, o melhor partido dos recursos que são disponibilizados (Rodrigues, 2012; Tunnicliffe, Lucas, & Osborne, 1997). Por outro lado, DeWitt & Hohenstein (2010) constataram que quando as visitas de estudo são implementadas de acordo com as orientações apresentadas na literatura (DeWitt & Osborne, 2007), as conversas dos alunos são sobre os assuntos das exposições e são do tipo cumulativo, isto é, as intervenções de um dos membros do grupo são aceites e posteriormente elaboradas. Contudo, raramente os alunos efetuam uma análise crítica fundamentada das ideias dos pares nem propõem alternativas para as explicações apresentadas. É de referir, no entanto, que o estudo de DeWitt & Hohenstein (2010) foi realizado maioritariamente com alunos do 1º ciclo.

##### ***4.2. Metodologia***

###### ***4.2.1. Amostra e recolha de dados***

Um dos autores deste estudo (FR) convidou os colegas do seu grupo disciplinar que lecionavam Ciências Físico-Químicas ao 8º ano de escolaridade a implementarem uma visita de estudo com os seus alunos à secção de ótica do Museu de Ciência de Coimbra. O convite

foi aceite por todos os quatro professores. O desenho da visita de estudo foi discutido entre o grupo de professores, depois de conhecerem os resultados do estudo de Rodrigues (2012). Optou-se por desenhar uma visita de estudo que contemplasse os princípios orientadores descritos na literatura (DeWitt & Hohenstein, 2010), em particular, que as tarefas a desempenhar pelos alunos, durante a visita, contemplassem a resolução de problemas. Uma vez criados e consensualizados alguns problemas entre os professores, estes foram apresentados aos alunos antes da visita de estudo, sendo-lhes pedido que os discutissem com os seus pares durante a visita. Após a visita de estudo, foram discutidas na sala de aula as propostas de resposta.

Participaram no estudo alunos com idades entre os 14-15 anos, a quem já tinha sido lecionado o tema ótica na sala de aula. Os dados foram recolhidos observando o comportamento dos alunos junto aos módulos e gravando, de modo oculto, as suas conversas. Dada a impossibilidade de se gravarem e transcreverem todas as conversas geradas em todos dos módulos interativos, relatam-se aqui as conversas de grupos de alunos que durante uma manhã conversaram junto a dois módulos, cujos problemas, a eles associados, se encontram descritos no Quadro 1. Foram escolhidos os módulos Experiência de Newton e Reflexão Total por diversas razões: os módulos relacionam-se com conteúdos de ótica do 8º ano, tinham subjacentes problemas inseridos em contextos diferentes, nomeadamente o contexto histórico e o contexto do dia-a-dia, e aparentam sustentar o diálogo entre os visitantes (Rodrigues, 2012).

Aspetos éticos foram tidos em consideração; no final da visita os alunos foram informados da localização dos gravadores durante a visita e foi-lhes pedida permissão de utilização das gravações neste estudo. Em caso de resposta negativa as gravações seriam destruídas. Nenhum dos alunos se manifestou contra a utilização das gravações.

**Quadro 1 - Descrição dos módulos e resumo dos problemas a eles associados**

Módulo	Resumo do Problema
<p><b>Experiência de Newton</b></p> <p>É composto por uma fonte de luz emitindo um feixe de luz branca que incide sobre um prisma, verificando-se a projeção de um espectro de cores num alvo em posição frontal relativamente à face do prisma. O alvo tem uma fenda que pode ser deslocada na vertical com recurso a uma alavanca. Tal permite selecionar um pequeno segmento correspondendo a uma das cores do espectro, impedindo assim que as restantes radiações prossigam o seu trajeto até um segundo prisma colocado também na posição de desvio mínimo relativamente ao feixe que o atinge. Como resultado, a mancha no alvo mantém a mesma cor que anteriormente (Figura 1).</p>  <p><b>Figura 1: Experiência de Newton</b></p>	<p>Quando um feixe de luz branca incide em um alvo após atravessar um prisma observa-se no alvo as mesmas cores que em um arco-íris. Embora este fenómeno já fosse conhecido no século XVII, a sua explicação não era consensual entre os vários cientistas da época. Alguns cientistas como Hooke consideravam que a luz branca era homogénea e que as cores eram perturbações causadas pela passagem da luz a partir do prisma. Pelo contrário, Newton considerava que a luz era uma mistura heterogénea de raios coloridos que possuíam a propriedade de serem desviados depois de atravessarem o prisma de acordo com a sua cor.</p> <p>Interaja com o módulo (Figura 1) e discuta em que medida este pode, ou não, contribuir para apoiar ou refutar as explicações de Hooke e de Newton.</p>
<p><b>Reflexão Total (ou Integral)</b></p> <p>É composto por três fontes de luz, cada uma delas acoplada a um tubo, que terminam num painel frontal onde pode ser observada e comparada a intensidade da luz emergente em cada um deles. Um dos tubos contém ar no seu interior, o segundo tubo óleo e o terceiro uma fibra ótica. O objetivo é observar e comparar a luz que é “perdida” ao longo de cada um dos tubos e adoptar o mesmo método no painel frontal, concluindo que o meio em que a luz se propaga de forma mais eficaz é a fibra ótica, associando este facto à reflexão total da luz no interior da fibra e, ao mesmo tempo, à refração da luz nos outros meios materiais (Figura 2).</p>  <p><b>Figura 2: Reflexão total</b></p>	<p>Atualmente, os fenómenos óticos têm vindo a ser utilizados nas mais variadas tecnologias. Um exemplo é o que se passa com as fibras óticas que hoje em dia têm vindo a ser usadas na medicina, p. ex.: no auxílio ao diagnóstico do sistema digestivo. Neste diagnóstico, faz-se uso de um aparelho, um endoscópio, constituído por uma fonte de luz e por um tubo flexível no qual existe uma fibra ótica.</p> <p>Interaja com o módulo (Figura 2) e discuta por que razão as fibras óticas, e não outro meio, são usados nos endoscópios.</p>

(Nota: Foi dada autorização para o uso das Figuras 1 e 2 )

#### *4.2.2.Tratamento e análise de dados*

Após o registo das conversas em áudio, procedeu-se à transcrição dos diálogos perceptíveis na gravação (41 diálogos, correspondentes a 2 horas de gravação). Para a análise de dados, formaram-se categorias *à posteriori* de modo a analisar como os alunos lidavam com as situações problema que lhes tinham sido apresentadas. Para além disso, adaptaram-se as categorias de Allen (2002) para caracterizar de modo detalhado o conteúdo das conversas dos alunos. Assim, as categorias usadas, e previamente validadas por Rodrigues (2012), foram as seguintes: i) perceptiva – quando nos discursos dos alunos existem expressões relacionadas com os estímulos que o cercam (p. ex.: identificação, nomeação ou caracterização de algum aspeto concreto do módulo), sem que o fenómeno subjacente ao módulo seja descrito; ii) explicativa – quando nos discursos dos alunos são apresentadas explicações, podendo estas inserir-se num dos tipos de explicação definidos por Gilbert, Boulter e Rutherford (1998), isto é, intencional, descritivo, causal ou preditivo; iii) metacognitiva – quando nos discursos dos alunos existem expressões que refletem uma reflexão sobre a sua aprendizagem; iv) estratégica – quando nos diálogos dos alunos existem comentários relacionados sobre o modo como se operacionaliza o módulo; v) afetiva – quando nos diálogos dos alunos existem expressões que evidenciam algum tipo de reação afetiva, de interesse ou motivação; vi) de conexão – quando nos diálogos dos alunos se evidenciam relações entre os módulos e as suas experiências quer da sala de aula quer do dia-a-dia ou se estabelecem relações entre os módulos.

#### *4.3. Análise de dados*

##### *4.3.1.Módulo da experiência de Newton*

Pode-se constatar pelo Diagrama 1 em baixo que, a maioria dos diálogos dos alunos (n=24) não menciona a existência de uma tarefa a realizar. Em sete destes diálogos, os alunos não manifestam interesse pelo módulo e em nove diálogos constata-se que os alunos não conseguem observar o fenómeno subjacente ao módulo:

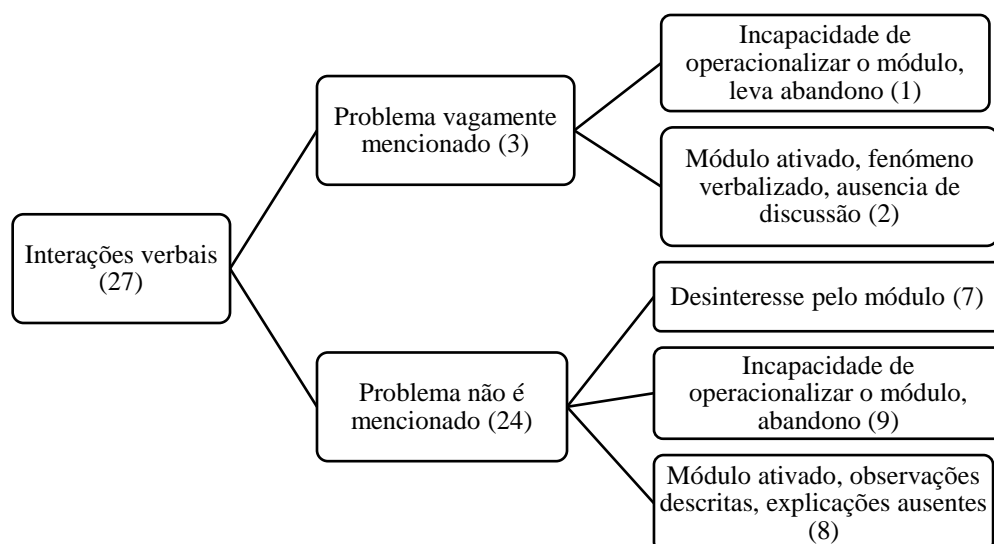
Aluno A: Eu agora quero ver este!

Aluno B: O que é isto?

Aluno A: [depois de várias vezes acionar o manipulo que movimenta a fenda] Não percebo nada disto!

Aluno C: Para que é isto?

Aluno A: Não sei, não dá nada, eu já experimentei...



**Diagrama 1- Números e tipos de interações verbais no módulo da experiência de Newton e modos como os alunos lidam com o problema**

Nos restantes diálogos (oito dos 24), os alunos conseguem colocar o módulo em funcionamento, descrevem o que observam mas não procuram uma explicação para o observado nem discutem o problema que lhes tinha sido colocado. Em vez disto, manifestam satisfação com as observações e abandonam o módulo:

Aluno D: Já vimos esta?

Aluno E: Já. Ai não, vimos uma parecida. Olha aqui isto [fenda] sobe e desce.

Aluno D: Olha as cores. Agora sobe e depois desce.

Aluno E: Olha aquilo está bonito. Para ali vai a cor que tu quiseres.

Num número muito reduzido de diálogos ( $n=3$ ), os alunos lembram-se de modo vago que existe uma tarefa a realizar com o módulo. Quando os alunos conseguem operacionalizar o módulo ( $n=2$ ), descrevem o fenómeno mas não se geram discussões entre os membros do grupo sobre o que terá acontecido. Num dos casos a explicação é apresentada por um dos membros do grupo sem que os outros elaborem sobre a mesma:

Aluno F: Olha é aqui

Aluno G: Não é nada

Aluno F: É, é...tem dois triângulos [prismas] como o stor diz! Ali, ali, deste lado!

Aluno G: Oh Maria, anda aqui. É esta?

Aluno F: É esta.

Aluno G: Eu já não me lembro como era a ficha...

Aluno F: É aqui...olha, olha ali!

Aluno G: Diz aqui: “Mova a alavanca para seleccionar a cor” [lê a legenda]. Dá para mudar a cor.

Aluno F: Mas porque é que mudou? Os prismas?

Aluno G: Não, é essa frincha.

Aluno H: É aqui. Olha aqui um prisma e olha ali o outro.

Aluno I: Olha as cores. Isto é por causa das cores, não é?

Aluno H: É...A luz sai por ali, depois passa num prisma e depois passa noutro prisma.

“Mova a alavanca para seleccionar a luz de uma só cor” [lê a legenda]. Ah, pois! Se seleccionares...ao passar no segundo prisma a luz já não se vai separar em todas as cores. Ao passar no primeiro como era luz branca separou-se nas outras cores. Como depois seleccionaste só uma cor ao passar no prisma já não se pode separar outra vez porque já é só uma cor. Por exemplo, como agora. Só está a passar ali na fenda a cor azul, ela no prisma já não se decompõe e ao fundo só aparece a cor azul!

#### *4.3.2.Módulo da Reflexão Total*

Em nenhum dos diálogos dos alunos (n=17) é mencionado o problema a resolver. A análise dos discursos revela que a maioria das interações dos alunos com os módulos (n=10) se traduz numa operacionalização do módulo e verbalização do fenómeno observado, sem que uma explicação causal para o mesmo ou que uma tentativa de resolver a tarefa proposta fosse verbalizada:

Aluno J: Olha aqui é que eu não consigo perceber.

Aluno K: O quê?

Aluno J: Olha, aqui é fibra ótica.

Aluno K: Prime todos.

Aluno J: Eu sei! O óleo e o ar.

Aluno K: Agora temos que ver como vem a luz.

Aluno J: Este é fibra ótica, o segundo é óleo e o terceiro é ar. E agora?

Aluno K: Temos três caminhos para a luz e vê-se diferença entre eles.

Aluno J: Pois, são diferentes. Neste primeiro tem mais luz.

Aluno K: Pois, porque neste é fibra ótica e é onde vemos melhor.

Aluno J: Pois é.

Constata-se que em dois diálogos, os alunos descrevem o fenómeno e um dos membros do grupo explica as suas causas, não sendo esta explicação comentada pelos restantes elementos:

Aluno L: Olha aqui! Olha aqui!

Aluno M: O que é aqui?

Aluno L: É fibra ótica. Aqui [ar como meio de propagação da luz] a luz vai-se toda perder. Aqui está quase nos limites [óleo como meio de propagação da luz] e não se consegue ver daqui...



Aluno M: Estou a ver se vejo daqui.

Aluno L: Não. Tens que ver daqui. Isto é fibra ótica, óleo e água.

Aluno M: E aqui é fibra ótica?

Aluno L: Na fibra ótica vai melhor. Aqui há reflexão total, não há perda de luz na fibra ótica.

Aluno N: Eu carrego. Ah fixe!

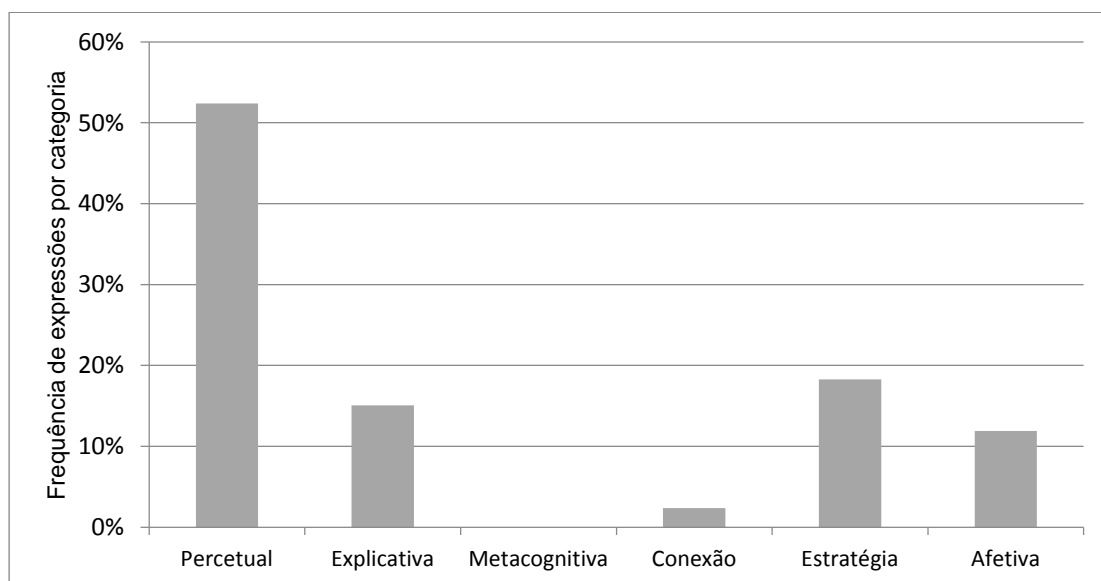
Aluno O: Espera.

Aluno N: Agora ouve. Fibra ótica, depois óleo.

Aluno O: Não vejo nada.

Aluno N: Olha, é para vermos a quantidade de luz que sai dos tubos. Olha aqui. A luz no óleo propaga-se um pouco melhor mas aqui na fibra ótica, como a luz sofre reflexão integral, propaga-se melhor que nas outras.

Uma análise do conteúdo dos discursos dos alunos nos dois módulos (Gráfico 1) permite constatar que estes são maioritariamente marcados por expressões de tipo percetual (52,4 %), registando-se algumas expressões de tipo estratégia (18,3%), afetivo (11,9%) e explicativo (15,1 %). Poucas são as interações verbais nas quais se registam expressões de conexão (2,4%) e em nenhum dos diálogos se registaram expressões metacognitivas.



**Gráfico 1 - Conteúdo das interações verbais entre os alunos**

#### **4.4. Discussão**

Embora os resultados do estudo não permitam efetuar generalizações, é possível constatar que estes alunos não se envolveram com os problemas que lhes foram apresentados antes da visita

de estudo. Para além disso, o conteúdo dos seus discursos revela que estes são semelhantes aos que ocorrem em situações nas quais as visitas de estudo são de tipo livre (Rodrigues, 2012). Para além da dificuldade evidenciada por alguns alunos em colocar o módulo em funcionamento, e, portanto, em conseguirem explorá-lo, outras razões podem ser apontadas para a ausência de envolvimento com os problemas que lhes foram previamente colocados, designadamente: a ineficaz redução do fator novidade associado à visita de estudo, o que poderá ter conduzido a uma dificuldade dos alunos em se ambientarem ao espaço pouco familiar do museu e a tirarem proveito dos recursos disponibilizados (Kubota & Olstad, 1991; Orion & Hofstein, 1994); o desinteresse dos alunos pelos problemas que lhes foram colocados, pois ao não serem escolhidos ou gerados por estes poderão não ir de encontro às suas expectativas sobre as aprendizagens que a visita de estudo lhes poderia proporcionar (Cox- Petersen et al., 2003); a ausência de uma interligação explícita entre os diferentes problemas a discutir, conduzindo-os a uma dispersão da atenção dos alunos e à dificuldade em encontrarem uma coerência interna entre os diferentes elementos da exposição (Allen et al., 2007); à desconexão entre as tarefas solicitadas no contexto da sala de aula e as propostas de exploração dos módulos apresentadas no painel explicativo dos módulos; ou à familiaridade dos alunos com um ensino tradicional que ao ser centrado no professor (Fernández, Tuset, Pérez, & Leyva, 2009), não estimula o desenvolvimento de competências de argumentar e contra-argumentar com base em evidências ou de expressar e comunicar ideias.

## **5. Conclusões e implicações**

É hoje aceite que a discussão de problemas no contexto dos museus e centros interativos de ciência potencializa a aprendizagem de quem os visita, em particular dos alunos no âmbito das visitas escolares (Pedretti, 2004). Contudo, no contexto da ótica, não foram encontradas exposições temáticas que encorajassem os visitantes a discutir problemas com auxílio dos recursos que disponibilizam. Deste modo, cabe ao professor, em articulação com o staff do museu (Tal & Morag, 2007), a tarefa de desenhar e implementar visitas de estudo que se relacionem com os assuntos abordados na sala de aula e que permitam aos alunos discutir problemas. Torna-se por isso importante saber que características devem apresentar as situações problema a serem discutidas durante as visitas de estudo, como devem ser apresentadas, e como a sua discussão pode ser estimulada.

Possíveis respostas a estas questões podem ser apresentadas tomando como referência os objetivos de aprendizagem definidos por Bell et al. (2009) para contextos como museus e centros interativos de ciência, a literatura existente e os nossos resultados. Assim, o envolvimento dos alunos com problemas, no contexto dos museus e centros interativos de ciência, pode ser promovida quando estes têm em consideração os diferentes objetivos de Bell et al. (2009), os quais se encontram interligados:

experienciar entusiasmo, admiração, interesse e motivação intrínseca para se envolverem com as questões que lhe são colocadas. Tal implica que os problemas, para além de se relacionarem com assuntos do currículo, devem atender aos interesses, necessidades e preocupações dos alunos. Contudo, dado que diferentes alunos tem diferentes interesses e que a mesma situação pode não ser vista por todos os alunos como um problema (Neto, 1998), poder-se-á elaborar conjuntos de diferentes problemas a serem selecionados pelos alunos para discussão durante a visita de estudo. Desta forma, os alunos têm algum controlo sobre as suas aprendizagens (Griffin, 2004).

elaborar, compreender, usar explicações, argumentos, modelos e factos relacionados com as ciências. Tal requer que os problemas se relacionem com os assuntos abordados ou a abordar na sala de aula. Para além disso, a compreensão e uso das ideias científicas subjacentes aos problemas poderão ser promovidas quando estas se encontram interligadas de modo explícito (Afonso & Gilbert, 2006; Arnold 1996). Deste modo, foca-se a atenção do aluno num dado tema e contribui-se para uma compreensão progressiva de uma dada ideia. Uma forma de interligar os problemas poderá ser conseguido por intermédio de narrativas relacionadas com situações reais, por exemplo narrativas históricas, novas descobertas e as suas implicações sociais, as quais tendem a ser do interesse dos visitantes (Martin & Toon, 2005). Tal pressupõe uma reorganização dos recursos dos centros interativos e museus de ciência de modo a facilitar a construção da narrativa pelos alunos.

explorar os recursos, em particular os módulos interativos, de modo prolongado, estimulando o seu envolvimento num ciclo de questionamento que permita aos alunos fazer observações e previsões, testar e refutar ideias e formular novas questões. Este envolvimento requer que se selecionem módulos interativos cujo desenho não se restrinja a uma ação-reação mas, antes, que permita o controlo e manipulação de variáveis.

pensar acerca das ciências como forma de conhecimento, nos seus processos e nas instituições de ciência. Tal poderá ser conseguido, criando problemas que procurem de modo explícito pôr em evidência aspetos relacionados com a natureza das ciências.

participar em atividades de aprendizagem das ciências com os outros, usando a linguagem científica. Tal requer várias ações por parte dos alunos: tomada de consciência do propósito da visita de estudo; ajustamento das suas agendas com as agendas do professor; discussão dos problemas selecionados em pequenos grupos, os quais se devem manter coesos durante a visita de estudo. Para além disso, os professores e monitores devem estimular a interação entre os alunos. Para que tal seja eficaz, os monitores devem conhecer as atividades a desenvolver durante a visita de estudo. Neste processo de mediação, as questões desempenham um papel importante pois elas podem focar a atenção do aluno em partes importantes do módulo ou exposição, tornar o aluno consciente acerca do que já sabe sobre o assunto e sobre o que gostaria de saber, ajudá-lo a fazer previsões, gerar explicações, testar modelos, negociar significados, estabelecer relações com o seu dia-a-dia, entre outras. As questões não têm que ser necessariamente iniciadas pelo monitor ou professor. Na verdade, este deve ter a capacidade de perceber o grupo de alunos com quem vai interagir, pois alguns podem encarar as questões como ameaçadoras, sentindo-se constrangidos em responder (Ash, Lombana & Alcala, 2012).

pensar em si como aprendizes da ciência e desenvolverem uma entidade como alguém que sabe sobre ciência e a usa. Subjacente a este objetivo, encontra-se a ideia de que a aprendizagem é um processo contínuo, que se vai construindo no tempo (Rennie, 2007), e que o impacto da visita de estudo em termos de aprendizagem deve ser reforçado com experiências subsequentes (Dillon et al., 2006). Neste sentido, é importante que se realizem atividades pós-visita as quais devem complementar, ao invés de reproduzir, as situações problema discutidas no contexto do museu ou centro de ciência.

**Agradecimentos:** Este trabalho foi realizado no âmbito do projeto Educação em Ciências para a Cidadania através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (PTDC/CPE-CED/108197/2008), financiado pela FCT no âmbito do Programa Operacional Temático Fatores de Competitividade (COMPETE) do quadro Comunitário de Apoio III e participado pelo Fundo Comunitário Europeu (FEDER).

## 6. Referências bibliográficas

Afonso, A. S. & Gilbert, J. (2006). The use of memories in understanding interactive science and technology exhibits. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1523-1544.

Afonso, A. S. & Gilbert, J. (2008). The Nature of Exhibits about Acoustics in Science and Technology Centres. *Research in Science Education*, 38, 633-651.

- Allen, S. (2002). Looking for learning in visitor talk: A methodological exploration. In: G. Leinhardt, K. Crowley, & K. Knutson (Eds.), *Learning conversations in museums* (pp. 259-303). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Allen, S., Gutwill, J., Perry, D., Garibay, C., Ellenbogen, K., Heimlich, J., Reich, C. & Klein, C. (2007). Research in museums: Coping with complexity. In: J.H. Falk, L. D. Dierking, & S. Foutz (Eds.), *In Principle, In Practice*. New York: AltaMira Press.
- Anderson, D. & Lucas, K. B. (1997). The effectiveness of orienting students to the physical features of a science museum prior to visitation. *Research in Science Education*, 27(4), 485-495.
- Arnold, K. (1996). Presenting science as product or as process: museums and the making of science. In: S. Pearce (Eds.), *Exploring science in museums* (pp. 57-78). London: Athlone.
- Ash, D., Lombana, J. & Alcala, L. (2012). Changing Practices, Changing Identities as Museum Educators From Didactic Telling to Scaffolding in the ZPD. In: Davidsson E., Jakobsson A. (Eds), *Understanding Interactions at Science Centers and Museums* (pp. 23-44). Boston: Sense Publishers.
- Bell, B., Lewenstein, B., Shouse, A. & Feder, M. (2009). *Learning science in informal environments: People, places, and pursuits*. Washington DC: The National Academies Press.
- Caldeira, H. & Antunes, E. (2005). O Museu de Física da Universidade de Coimbra: das Origens às preocupações actuais. In: Silva, A. & Semedo, A.(Coord). *Colecções de ciências físicas e tecnológicas em museus universitários: homenagem a Fernando Bragança Gil*. Porto: Universidade do Porto.
- Carliner, S. (1998). How designers make decisions: A descriptive model of instructional design for informal learning in museums. *Performance Improvement Quarterly*, 11(2), 72-92.
- Cox-Petersen, A., Marsh, D., Kisiel, J., & Melber, L. (2003). Investigation of guided school tours, student learning, and science reform recommendations at a museum of natural history. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 200-218.
- Delicado, A. (2010). Exhibiting science in Portugal-Practices and representations in museums. *Portuguese Journal of Social Science*, 9(1), 19-32.
- DeWitt, J., & Hohenstein, J. (2010). School trips and classroom lessons: An investigation into teacher-student talk in two settings. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 454-473.
- DeWitt, J. & Osborne, J. (2007). Supporting Teachers on Science-focused School Trips: Towards an integrated framework of theory and practice. *International Journal of Science Education*, 29(6), 685-710.
- DeWitt, J. & Storksdieck, M. (2008). A Short review of school field trips: Key findings from the past and implications for the future. *Visitor Studies*, 11(2), 181-197.
- Dillon, J., Rickinson, M., Teamey, K., Morris, M., Choi, M., Sanders, D. & Benefield, P. (2006). The value of outdoor learning: evidence from research in the UK and elsewhere. *School Science Review*, 87(320), 107-111.
- Fernández, M., Tuset, A., Pérez, R. & Leyva, A. (2009). Concepciones de los maestros sobre la enseñanza y el aprendizaje y sus prácticas educativas en clases de ciencias naturales. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(2), 287-298.
- Friedman, A. (2000). Museums, communities and contemporary science. In: Lindquist, S. (Eds.), *Museums of modern science* (pp 43-51). Canton, MA: Watson.
- Ganguly, P. K., Chakravarty, M., Latif, N., Osman, M. & Abu-Hijleh, M. (2003). Teaching of Anatomy in a Problem-Based Curriculum at the Arabian Gulf University: The New Face of the Museum. *Clinical Anatomy*, 16, 256-261.
- Gilbert, J. & Boulter, C. & Rutherford, M. (1998). Models in explanations, Part 1: horses for courses? *International Journal Science Education*, 20(1), 83-97.

- Griffin, J. (2004). Research on Students and Museums: Looking More Closely at the Students in School Groups. *Science Education*, 88, 59-70.
- Gutwill, J., & Allen, S. (2010). *Group Inquiry at Science Museum Exhibits: Getting Visitors to Ask Juicy Questions*. Walnut Creek: Left Coast Press.
- Gutwill, J., & Allen, S. (2011). Deepening students' scientific inquiry skills during a science museum field trip. *Journal of the Learning Sciences*, 21(1), 130-181.
- Gutwill, J. (2006). Labels for open-ended exhibits: using questions and suggestions to motivate physical activity. *Visitor Studies Today*, 9(1), 1-9.
- Humphrey, T. Gutwill, J. & The Exploratorium APE team (2005). *Fostering Active Prolonged Engagement: The art of creating APE Exhibits*. Left Coast Press: Walnut Creek.
- Kubota, C. & Olstad, R. (1991). Effects of novelty-reducing preparation on exploratory behaviour and cognitive learning in a science museum setting. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(3), 225-234.
- Lourenço, P. (2012). *A óptica nas visitas de estudo aos Centros Interactivos de Ciência: os recursos disponíveis e a opinião dos monitores sobre o valor educativo dos mesmos*. Tese de mestrado, Universidade do Minho.
- Martin, L., & Toon, R. (2005). Narratives in a science center: Interpretation and identity. *Curator*, 48(4), 407-425.
- Neto, A. (1998). *Resolução de problemas em Física. Conceitos, processos e novas abordagens*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Orion, N. & Hofstein, A. (1994). Factors that Influence Learning during a Scientific Field Trip in a Natural Environment. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(10), 1097-1119.
- Pedretti, E. (2002). T. Kuhn meets T. Rex: Critical conversations and new directions in science centres and science museums. *Studies in Science Education*, 37, 1-42.
- Pedretti, E. (2004). Perspectives on learning through research on critical issues-based science center exhibitions. *Science Education*, 88, S34-S47.
- Pedretti, E. (2007). Challenging convention and communicating controversy: Learning through issues-based museum exhibitions. In: J. Falk, L. Dierking & S. Foutz (Eds.), *In principle, In practice: Museums as learning institutions* (pp. 121-135). New York: AltaMira Press.
- Quistgaard, N. (s/d). *Using authentic questions with students in a museum setting*. Department of Science Education, University of Copenhagen.
- Rennie, L. (2007). Learning Science Outside of School. In: Abell, S. & Lederman, N. (Eds), *Handbook of research on science education* (pp. 125-167). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Rennie, L. J. (2013). The practice of science and technology communication in science museums. In: J. K. Gilbert & S. Stocklmayer (Eds.), *Communication and engagement in the informal sector: Issues and dilemmas* (pp. 197-211). London: Routledge.
- Rodrigues, F. (2012). *As visitas de estudo a um museu de ciência e as questões dos alunos no tema ótica*. Tese de mestrado, Universidade do Minho.
- Simonneaux, L., & Jacobi, D. (1997) Language constraints in producing prefiguration posters for a scientific exhibition. *Public Understanding of Science*, 6(4), 383-408.
- Stocklmayer, S., Durant I., Cerini, B. (2011). Giving Mothers a Voice: Towards home involvement in high school science, *International Journal of Science Education – part B, Communication and Public Engagement*, 1(1), 23-46.

- Stocklmayer, S., & Gilbert, J. (2002). New experiences and old knowledge: Towards a model for the public awareness of science. *International Journal of Science Education*, 24, 835-858.
- Stronck, D. (1983). The comparative effects of different museum Tours on children's attitudes and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(4), 283-290.
- Tal T., Bamberger, Y., & Morag, O. (2005). Guided school visits to natural history museums in Israel: Teachers' roles. *Science Education*, 89(6), 920-935.
- Tal, T. & Morag, O. (2007). School visits to natural history museums: teaching or enriching? *Journal of Research in Science Teaching*, 44(5), 747-769.
- Tisdal, C. & Perry, D. (2004). *Going APE! at the Exploratorium Interim Summative Evaluation Report*. Selinda Research Associates, Chicago, IL.
- Tunnicliffe, S.D., Lucas, A. M., & Osborne, J. (1997). School visits to zoos and museums: A missed educational opportunity? *International Journal of Science Education*, 19, 1039-1056.

## **Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas em contextos *online***

**Luís Dourado<sup>1</sup>, Carla Joana Carvalho<sup>2</sup> & Luísa Jesus-Leibovitz<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup> Instituto de Educação, Universidade do Minho, Braga, Portugal; <sup>2</sup> Bolseira de Doutoramento da Fundação para a Ciência e Tecnologia (SFRH/BD/85038/2012), Instituto de Educação, Universidade do Minho, Braga, Portugal*

### **Resumo**

A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) implica uma organização do trabalho que apela ao trabalho colaborativo dos alunos durante o qual estes procuram encontrar respostas para os problemas que têm de resolver. Partilham e discutem ideias e desenvolvem assim, capacidades de argumentação e de contra-argumentação. Estas atividades decorrem tanto no âmbito de pequenos grupos como no âmbito do grupo turma. A comunicação entre pares e entre estes e o professor é assim privilegiada, assumindo mesmo uma importância decisiva. Num contexto de ABRP online existem dificuldades de comunicação resultantes da distância física existente entre os intervenientes que podem ser ultrapassadas com recurso a diversas ferramentas de comunicação Web e ou presentes nos Ambientes Virtuais de Aprendizagem. Neste artigo discute-se em que medida essas ferramentas permitem concretizar com igual eficácia as diferentes fases das ABRP e, em especial, em que medida permitem concretizar a necessária comunicação entre os intervenientes, ainda que geograficamente distantes.

### **1. Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas presencial e *online***

O conceito de aprendizagem através de resolução de problemas não é novo (Barrett & Moore, 2011; Ribeiro, 2010; Araújo & Sastre, 2009; Decker & Bouhuijs, 2009; Savin-Baden, 2007; Alavi, 2002). Na década de 60, o aparecimento da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) veio trazer uma nova aplicação dos problemas no processo de ensino e aprendizagem em áreas como a engenharia, arquitetura, medicina, enfermagem e ciências. Os problemas deixaram de ser utilizados no final do ensino de um determinado conteúdo, para passarem a ser o veículo promotor da aprendizagem (Barrett & Moore, 2011; Ribeiro, 2010; Araújo & Sastre, 2009; Decker & Bouhuijs, 2009; Savin-Baden, 2007; Uden & Beaumont, 2006).

Com efeito, na ABRP o ponto de partida das aprendizagens dos alunos é(são) o(s) problema(s) que lhes é(são) apresentado(s) sob a forma de cenário (Ribeiro, 2010; Araújo & Sastre, 2009; Savin-Baden, 2007; Tan, 2003; Alavi, 2002). O cenário não é mais do que uma situação problemática, o mais realista possível, criada a partir de situações do quotidiano social, familiar ou profissional do aluno, e adaptada ao contexto educativo em que irá ser aplicado (inter, trans ou disciplinar, no âmbito de um ensino básico, secundário ou superior)



(Ribeiro, 2010; Araújo & Sastre, 2009; Uden & Beaumont, 2006; Lambros, 2002, 2004; Tan, 2003; Alavi, 2002). Por esse motivo, os problemas apresentados aos alunos são abertos e complexos, funcionando como estímulos cognitivos, que promovem curiosidade e inquietação concetual, e simultaneamente direcionam a aprendizagem dos alunos.

Posto isto, os alunos ao perceberem os problemas como obstáculos a serem ultrapassados e solucionados, são desafiados a envolverem-se ativa e colaborativamente na sua resolução, aprendem a pensar criticamente e desenvolvem competências de resolução de problemas. Nesta linha, são os alunos que definem as necessidades e objetivos de aprendizagem face ao problema que lhes é apresentado, sendo por isso a aprendizagem centrada no aluno. O professor passa a ter um papel de facilitador dessas aprendizagens. Por conseguinte, na ABRP, os alunos são estimulados a desenvolver as suas competências para aprender a aprender de forma independente e em equipa, competências essas consideradas pela sociedade como essenciais para se tornarem cidadãos e profissionais informados, ativos e participativos (Barrett & Moore, 2011; Ribeiro, 2010; Araújo & Sastre, 2009; Decker & Bouhuijs, 2009; Savin-Baden, 2007; Uden & Beaumont, 2006; Watson, 2004; Lambros, 2002, 2004; Tan, 2003; Alavi, 2002).

Para além da ABRP implementada de modo presencial têm-se verificado um movimento que apela à implementação da ABRP em formato online (Portimojärvi & Donnelly, 2011; Savin-Baden, 2007, 2006; Watson, 2004; Tan, 2003). A concretização da ABRP online corresponde à realização dos propósitos da ABRP com recurso às tecnologias da informação e comunicação (TIC). A inclusão das TIC na educação justifica-se pela flexibilidade, acessibilidade, dinamismo e poupança de tempo que as mesmas introduzem no processo de ensino e aprendizagem (Ko & Rossen, 2010; Petty, 2009; Uden & Beaumont, 2006; Deepwell & Syon, 2006; Tan, 2003). No caso concreto da implementação da ABRP procura-se tirar partido das potencialidades das TIC, em especial aquelas que permitem a interação entre os intervenientes no processo de ensino e de aprendizagem (professores e alunos), possibilitando a comunicação e partilha de ideias e informações, ainda que os mesmos estejam em locais geográficos distintos. De facto, é necessário que os intervenientes comuniquem de forma eficaz através da web e tirem partido das potencialidades das ferramentas que esta disponibiliza. Este processo corresponde a um dos maiores desafios da concretização da ABRP online.

De um modo geral, o termo ABRP online refere-se a um ensino orientado para a ABRP no qual as ações dos alunos e as aprendizagens dos alunos destas decorrentes exigem o recurso a

*software* ou utilitários do computador e facilitadas por recursos da Web e pelos ambientes virtuais de aprendizagem (AVA) (Savin-Baden, 2007, 2006), como o *Blackboard*, *WeeblyCampus*, *Google for Education platform*, *Moodle*, entre outros. A ABRP online concretiza-se assim num formato de *e-learning*.

Por vezes, a ABRP não é concretizada totalmente num formato virtual, recorrendo também ao formato presencial, correspondendo, assim, à concretização de um formato de *b-learning* (Ko & Rossen, 2010; Savin-Baden, 2007).

## **2. A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas e os desafios da comunicação online: comunicação síncrona e assíncrona**

No que concerne ao trabalho de grupo e aos formatos de comunicação que lhe estão associados, é patente que na ABRP presencial o estabelecimento de comunicação entre os pares é facilmente atingido, mas na ABRP online o modo como os alunos comunicam entre si dentro do grupo e com o professor só é possível com recurso a ferramentas de colaboração e comunicação da Web e ou presentes nos AVA (Savin-Baden, 2007; Uden & Beaumont, 2006). Existe uma vasta variedade de ferramentas de comunicação síncronas e assíncronas disponíveis online. De um modo geral, segundo os autores Ko e Rossen (2010), Hrastinski (2008), Uden e Beaumont (2006), estas ferramentas de comunicação online diferem no seguinte:

- As ferramentas síncronas permitem a interação dos utilizadores em tempo real e simultâneo, ou seja, uma interação instantânea. Neste sentido, são um requisito útil para a aprendizagem colaborativa, na medida em que possibilitam a realização de reuniões virtuais, para discutir e/ou trocar ideais e/ou informações, transpondo a limitação da distância geográfica, normalmente apontada pelos alunos como a principal dificuldade para se reagruparem fora da sala de aula (Ko & Rossen, 2010; Hrastinski, 2008; Uden & Beaumont, 2006; Cheaney & Ingebritsen, 2005). De acordo com os autores referenciados antes, estas ferramentas possibilitam, ainda, o fornecimento de um *feedback* imediato entre os intervenientes e, por conseguinte, fomentam a espontaneidade dos mesmos, potenciando as relações sociais.

- As ferramentas assíncronas possibilitam a interação entre os utilizadores que não se processa em tempo real, ou seja, é independente do tempo, dado o momento em que cada utilizador intervém ser diferente, não ocorrendo, por isso, uma interação em simultâneo entre os utilizadores. Por isso, para além de minorarem as restrições de tempo, permitem que haja uma

maior reflexão por parte do aluno antes deste contribuir na discussão ou na atividade (Ko & Rossen, 2010; Hrastinski, 2008; Uden & Beaumont, 2006; Cheaney & Ingebritsen, 2005).

As ferramentas síncrona e assíncrona apontadas (cujas características principais se encontram resumidas no Quadro 1) quando usadas como um conjunto integrado no decurso do processo ABRP encorajam a troca de ideias, instigam o pensamento crítico, estimulam o desenvolvimento de competências de comunicação oral e escrita, e contribuem para o desenvolvimento da performance do grupo de trabalho (Savin-Baden, 2007; Uden & Beaumont, 2006). Ademais, a combinação de ferramentas síncronas e/ou assíncronas ao longo do processo ABRP permitem ultrapassar dificuldades inerentes ao uso de umas e de outras, por exemplo: se a banda larga for demasiado lenta para suportar uma videoconferência ou o áudio no *whiteboard*, a utilização de ferramentas de mensagens instantâneas como o chat pode constituir uma alternativa viável; ou, se um fórum não permite o estabelecimento de conexões entre documentos ou entre informação textual ou gráfico-pictórica, a utilização de *wikis* pode ser uma forma de colmatar essa lacuna na partilha de informação (Uden & Beaumont, 2006).

**Quadro 1 - Características principais das formas de comunicação síncrona e assíncrona a serem usadas na ABRP online**

<b>Comunicação Síncrona</b>	<b>Comunicação Assíncrona</b>
Flexibilidade geográfica	Versatilidade temporal
Espontaneidade	Ponderação nas respostas
<i>Feedback</i> imediato	<i>Feedback a posteriori</i>

Nota: Baseada em Hrastinski, 2008; Uden & Beaumont, 2006; Cheaney & Ingebritsen, 2005.

Como nenhuma das ferramentas de comunicação online é infalível no desenvolvimento das capacidades de argumentação, questionamento, e troca de ideias e conhecimentos, ou seja, como cada uma das ferramentas de comunicação online satisfaz diferentes propósitos e proporciona experiências de aprendizagem diversas, focar-se-ão nos parágrafos seguintes algumas dessas ferramentas (Ko & Rossen, 2010; Hrastinski, 2008; Uden & Beaumont, 2006; Watson, 2004).

Das ferramentas de comunicação assíncronas destacam-se, os quadros ou mensagens de aviso (notificações), o *email*, as *dropboxes*, os fóruns, as *wikis*, e os *blogs* (Hrastinski, 2008; Uden & Beaumont, 2006). O *email* e as *dropboxes* dos AVA ou da Web, como o *Google Drive* e a *Dropbox*, permitem a partilha de documentos entre o professor e os elementos do grupo (Ko & Rossen, 2010; Uden & Beaumont, 2006).

Os fóruns são sobretudo usados para a partilha e discussão da pesquisa realizada, da seleção efetuada e da síntese de informação elaborada, por exemplo, ao longo da resolução do(s) problema(s). Embora no uso dos fóruns sobressaia a interação entre os pares e, entre estes e o professor, por vezes a demonstração de conexões da informação compartilhada e da integração dessa informação não é clara (Uden & Beaumont, 2006). Para ultrapassar essa lacuna, os autores sugerem a utilização de *wikis* e/ou *blogs*.

As *wikis* e os *blogs* são mais favoráveis ao desenvolvimento de uma reflexão grupal, na medida em que os utilizadores podem não só adicionar conteúdo ou informação, em formato de texto e/ou gráfico-pictórico, mas também lhes permite reeditar o conteúdo ou ver essa informação editada pelos seus pares. As *wikis* e os *blogs* permitem, ainda, aos alunos envolvidos na sua construção, manutenção e gestão, a estabelecer *links* entre as ideias e conceitos, funcionando essas ligações internas como uma espécie de mapeamento de conteúdos (Portimojärvi & Donnelly, 2011; Uden & Beaumont, 2006). Uma outra vantagem da utilização das *wikis* e *blogs* é o facto de despertarem a criatividade dos alunos, bem como permitirem uma melhor representação visual dos conteúdos, pela organização que lhe pode ser dada em termos de estruturação gráfica da página, e por informação poder ser apresentada em mais do que um formato (Portimojärvi & Donnelly, 2011; Uden & Beaumont, 2006). Pelos motivos apontados, as ferramentas de comunicação assíncronas podem ser vastamente utilizadas, ao longo das fases do processo ABRP online, para complementar e/ou completar tarefas, desafiar contribuições e construir conhecimento de forma partilhada (Uden & Beaumont, 2006).

Relativamente às ferramentas de comunicação síncronas, a sua extensão e eficácia expandiu-se drasticamente com o aparecimento de *softwares* de computador para comunicação em tempo real como o *Skype*, ferramentas da Web, como o *AnyMeeting*, ferramentas dos AVA como os *whiteboards*, e aplicações de telemóvel e *tablets* como o *Vtok* (Ko & Rossen, 2010; Uden & Beaumont, 2006).

De acordo com Ko e Rossen (2010) e Uden e Beaumont (2006), através dessas ferramentas os grupos de alunos e o professor têm a possibilidade de agendarem reuniões através de mensagens instantaneas (*chat*) ou de discutirem aspetos específicos das atividades realizadas ao longo da resolução do(s) problema(s) através de videoconferência ou recorrendo a um *whiteboard* (ferramenta que integra *chat*, áudio, *upload* e compartilhamento de documentos e marcação pelos utilizadores da informação neles mencionada em tempo real; é uma ferramenta de co-navegação).

Neste sentido, os autores supracitados mencionam, igualmente, que aquelas ferramentas permitem o enriquecimento da capacidade do aluno se expressar escrita e oralmente, proporcionam espaços de conexão, debate intersensorial e integração de pontos de vista, e, por conseguinte, fomentam a construção de conhecimento interdependente ao longo do processo ABRP.

Posto isto, as ferramentas de comunicação síncrona podem ser percebidas como essenciais nas tomadas de decisão em grupo ao longo das fases do processo ABRP online (Uden & Beaumont, 2006).

Em suma, as ferramentas de comunicação online (síncronas e assíncronas) permitem a criação de ambientes colaborativos online funcionais e verdadeiramente interativos, através dos quais os alunos são estimulados, tal como referem Uden e Beaumont (2006) e Tan (2003), a:

- apresentar os resultados de aprendizagem em diferentes formatos;
- colocar questões aos pares, professor e especialistas que venham a ser por eles contactados;
- intervir com e reagir a comentários a respostas ou documentos partilhados dentro do grupo e com o professor;
- estabelecer conexões entre documentos e informações;
- aceder a diversos formatos de informação.

### **3. Concretização das fases da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas em contexto *online***

Na ABRP online as fases do processo ABRP mantêm-se, mas a sua concretização implica, como já foi referido antes, a integração apropriada de diferentes ferramentas da Web ou dos AVA (Hrastinski, 2008; Uden & Beaumont, 2006).

A construção e disponibilização do cenário aos alunos corresponde a uma etapa central do processo da ABRP. Num contexto de ABRP online o recurso às ferramentas da Web e *softwares* variados, permite construir cenários que combinam dois ou mais formatos linguísticos, como vídeo, áudio, imagem gráfico-pictórica e/ou texto (Bridges et al, 2012). Os cenários assim conseguidos são interessantes e capazes de despertar nos alunos o uso de outros sentidos durante a análise do problema, além de serem visualmente atrativos (Bridges et al, 2012; Uden & Beaumont, 2006). Cumpre-se assim um dos propósitos da ABRP:

conseguir que os alunos contactem com cenários ricos que estimulam de forma adequada a formulação de problemas pelos alunos.

No que se refere à fase de formulação, discussão, seleção e hierarquização das questões do processo ABRP, a contribuição das TIC centra-se no proveito que ferramentas como o fórum e o *chat* podem facultar para estimular a interatividade entre todos os elementos do grupo fisicamente afastados e a participação ativa dos mesmos no *brainstorming* (Uden & Beaumont, 2006).

A integração das TIC permite concretizar o necessário acesso dos alunos a recursos diversificados, pois podem consultar sites de jornais e de revistas científicas, enciclopédias online, repositórios, *blogs* e *wikis*, apropriados ao desenvolvimento das suas aprendizagens (Uden & Beaumont, 2006). Outro aspeto a ter em consideração na disponibilização dos recursos online, é que para que os alunos não dispersem na sua pesquisa, tais recursos devem ser recomendados sob a forma de *links* num espaço virtual apropriado, como uma *webpage*. A disponibilização dos *links* não deve ser estática, mas antes apresentar um carácter dinâmico. Por outras palavras, os recursos disponíveis devem indo sendo disponibilizados aos alunos ao longo de todo o processo de resolução de problemas, os quais, assim, se vão adaptando à progressão das aprendizagens dos alunos (Uden & Beaumont, 2006).

Relativamente ao processo de resolução do(s) problema(s) online os alunos podem socorrer-se de ferramentas da Web e de *softwares* ou utilitários do computador para analisar dados, interligar conceitos, resumir informação, e apresentar conclusões. Posteriormente o material produzido individualmente ou em pares poderá ser partilhado e discutido online com os restantes elementos do grupo e com o professor. Tais sínteses de informação podem ser submetidas eletronicamente aos pares e ao professor em espaços destinados para o efeito nos AVA ou através das ferramentas de comunicação online (Uden & Beaumont, 2006), como as que se abordaram anteriormente.

No que respeita à apresentação do produto final e partilha de resultados [solução(ões) encontrada(s) ou justificação para a inexistência de uma solução], aquela pode ocorrer sob diversos formatos online (e.g., como podcasts, infográficos, vodcasts, powerpoint digital ou prezi). Contudo, a escolha do formato de apresentação deve ser uniforme para todos os grupos, de forma a que possa ocorrer uma heteroavaliação equilibrada (Savin-Baden, 2007).

Por último, no que se refere à auto e heteroavaliação online, com a inclusão das ferramentas da Web, como os formulários do *Google Drive* e os *quizzes*, e das ferramentas de criação de

questionários disponíveis nos AVA, verifica-se uma poupança de tempo na elaboração de formulários de auto e heteroavaliação, pois fornecem uma variedade de tipos de questões pelas quais o professor pode optar, preenchendo apenas os espaços destinados para o efeito; no final, a ferramenta gera o instrumento de avaliação online e disponibiliza-o aos destinatários pré-determinados pelo professor. Permitem, igualmente, que quer o professor quer os alunos acedam automaticamente aos resultados obtidos, após a sua submissão online; assim como, podem, nalguns casos, ter um temporizador ou possibilitar a repetição até um nº limitado de tentativas do formulário, seguida de uma averiguação comparativa dos resultados obtidos a cada tentativa. Assim, proporcionam um perfil do aluno no mesmo instante, o que se coaduna com o desenvolvimento da capacidade de auto-regulação durante o processo ABRP (Uden & Beaumont, 2006).

Por outro lado, permitem que a sua implementação possa ser ajustada à evolução dos conhecimentos e competências de cada aluno ao longo do processo ABRP. Desta forma, concorrem para a estabilidade da monitorização das aprendizagens dos alunos quer pelos próprios quer pelo professor, o que vai contribuir para o desenvolvimento da capacidade de reflexão sobre o seu progresso e o seu empenho nas atividades ao longo do processo ABRP (Uden & Beaumont, 2006), na medida em que possibilitam aos alunos averiguarem aquilo que estão a aprender e como estão a aprender, tomando, consequentemente, quer responsabilidade por aquilo que aprendem quer consciência da sua própria aprendizagem (Portimojärvi & Donnelly, 2011).

#### **4. Mudanças na concretização do papel dos intervenientes no processo de ensino e aprendizagem na Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas *online***

A mudança da implementação da ABRP presencial para ABRP online não conduz a uma alteração dos papéis desempenhados pelos alunos e pelo professor, mas sim a algumas mudanças no modo como as mesmas são concretizadas. A caracterização dessas mudanças é efetuada a seguir.

##### ***4.1. Mudanças na concretização do papel do aluno***

Na primeira seção deste artigo foi dito que na ABRP é o aluno quem dirige as suas aprendizagens, i.e., é o aluno que define aquilo que necessita de saber e compreender face ao problema que lhe for apresentado. Para que isso ocorra, terá de ser dada oportunidade ao aluno para estipular os seus objetivos de aprendizagem e trabalhar em equipa. Na ABRP

online, o aluno publica os seus objetivos e necessidades de aprendizagem individuais e do grupo, ficando estes arquivados num espaço online, exclusivo do seu ou seus membros, e, assim, acessíveis para consulta e/ou reformulação em qualquer lugar a qualquer momento (Portimojärvi & Donnelly, 2011).

O trabalho colaborativo dos alunos no grupo também sofre modificações na ABRP online. Os alunos têm a oportunidade de continuar a comunicar entre si fora do recinto escolar, mesmo que se encontrem dispersos geograficamente e/ou não apresentem a mesma disponibilidade horária (Ko & Rossen, 2010; Savin-Baden, 2007; Uden & Beaumont, 2006). Ademais, os alunos irão desenvolver o trabalho de equipa quer em tempo real quer assincronamente (Savin-Baden, 2007). No entanto, encontram-se alguns constrangimentos (Howe & Schnabel, 2012; Hrastinski, 2008; Savin-Baden, 2007; Uden & Beaumont, 2006; Cheaney & Ingebritsen, 2005; Valaitis et al, 2005), tais como:

- há alunos que podem não se sentir confortáveis com a interação online, demorando a participar nas discussões iniciais;
- há alunos que apresentam dificuldades em seguir a linha de discussão online, principalmente, em ferramentas como o *chat* e o fórum;
- há alunos que, inicialmente, ficam relutantes em relação às interfaces dos recursos da Web ou dos AVA quando não se encontram familiarizados com as mesmas, causando contratempos às suas aprendizagens online;
- o número de alunos por grupo não deve ser inferior a 4 nem superior a 5, porque senão haverá um excesso de intervenções online que poderão prejudicar as discussões, tornando-as longas, morosas e confusas.

Posto isto, os alunos são desafiados a trabalharem criativa e colaborativamente em ambientes online, numa contínua partilha virtual de ideias e informações: discutindo, síncrona e assincronamente, através da escrita ou oralmente; integrando e reorganizando informação online sob diversos formatos; e, reestruturando os seus conhecimentos e re-avaliando, interativa e virtualmente, as suas aprendizagens (Savin-Baden, 2007).

#### ***4.2. Mudanças na concretização do papel do professor***

Não obstante, na ABRP, a aprendizagem ser centrada no aluno, o papel do professor é fulcral na gestão, manutenção e desenvolvimento do ambiente de aprendizagem. O professor assume



um papel de facilitador das aprendizagens, exercendo funções como: auxiliar o estabelecimento e supervisionar a comunicação entre os elementos dos grupos de trabalho, orientar o processo de resolução de problemas, fornecendo apoio e *feedback* aos alunos, facultar o acesso a diversos recursos e fontes de informação, incentivar a capacidade de questionamento dos alunos, e estimular a auto e heteroavaliação e a metacognição (Barrett & Moore, 2011; Ribeiro, 2010; Araújo & Sastre, 2009; Decker & Bouhuijs, 2009; Savin-Baden, 2006, 2007; Lambros, 2002, 2004; Alavi, 2002).

Esse papel de facilitador das aprendizagens requer um esforço consideravelmente maior por parte do professor numa abordagem ABRP online. Para além, de implicar a óbvia aquisição, por parte do professor, de competências de utilização das TIC, de modo a sentir-se tecnicamente confortável na construção, implementação e gestão das atividades ABRP online, o professor terá também de adquirir competências de *e-moderador* (Portimojärvi & Donnelly, 2011; Savin-Baden, 2007; Lycke et al, 2006). De acordo com Savin-Baden (2007), na gestão de grupos de trabalho online o professor deve assegurar que os alunos trabalham não só efetiva e eficazmente, mas sobretudo que aprendem e desenvolvem competências, colaborando uns com os outros (Watson, 2004). A escolha, por parte do professor, das ferramentas de comunicação síncrona e assíncrona para cada uma das fases do processo ABRP é também outro aspeto crucial do papel de facilitador online, pois as mesmas serão usadas pelo professor para fornecer *feedback* aos seus alunos, individualmente ou em grupo, incitar os debates dentro dos grupos online, e moderar e estimular a inclusão e a valorização das contribuições dos alunos nos grupos de trabalho online (Howe & Schnabel, 2012; Russell, 2009; Savin-Baden, 2007; Uden & Beaumont, 2006; Watson, 2004). Por outro lado, tais ferramentas de comunicação também deverão proporcionar uma experiência positiva aos alunos de modo a que estes as utilizem para comunicarem entre si e partilharem documentos. Para tal os professores na ABRP online terão de ter em conta que, para manter um fluxo de comunicação entre os pares e entre estes e o professor, é necessário que a motivação seja reforçada pela utilização de ferramentas comunicativas agradáveis e funcionais (Howe & Schnabel, 2012; Savin-Baden, 2007; Watson, 2004). A ABRP online levanta novos desafios ao professor. Todavia o desafio principal na ABRP online mantém-se o mesmo que na ABRP presencial: facilitar as aprendizagens dos alunos (Howe & Schnabel, 2012).

## **5. A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas *online* no ensino e aprendizagem das Ciências**

No seguimento das seções anteriores deste artigo, pode-se inferir que a ABRP online preconiza-se como uma abordagem compatível com o ensino e aprendizagem das Ciências. Com efeito, a aprendizagem das Ciências deve valorizar a exploração de conceitos científicos de modo motivante, o mais próximo da realidade, e, assim, em profundidade, de forma a que aqueles possam ser compreendidos e aplicados pelos alunos no quotidiano (Ronis, 2008). Em simultâneo, o ensino das Ciências também deve garantir o desenvolvimento de competências de resolução de problemas, comunicativas e colaborativas em ambientes tecnologicamente similares àqueles que os alunos encontram no seu dia-a-dia e numa sua futura atividade profissional (Ronis, 2008). A título de exemplo mencionam-se alguns estudos na área das Ciências a nível internacional:

- Shahbodin e Zaman (2008) apresentam um estudo com alunos do ensino secundário no âmbito do tema Nutrição. O objetivo do estudo era averiguar a(s) vantagem(ns) da integração de um sistema virtual de aprendizagem multimédia na ABRP. Shahbodin e Zaman (2008) concluíram que a utilização de cenário em vídeo e a disponibilização de simulações como recursos foram eficazes para despertar o interesse dos alunos na resolução do problema.
- Tosun e Taskesenligil (2011) apresentam um estudo com alunos do 1º ano de universidade da disciplina de Química. O objetivo do estudo era verificar a utilidade do *Moodle* no suporte à ABRP. Tosun e Taskesenligil (2011) concluíram que houve uma maior qualidade da interação e participação dos alunos durante o processo de aprendizagem.
- Mansour, Sumsy e Magerko (2011) apresentam um estudo com professores de Ciências no âmbito do tema Paleoclima. O objetivo do estudo era apurar a incorporação de uma aplicação informática de aprendizagem online na ABRP. Mansour, Sumsy e Magerko (2011) concluíram que houve um maior envolvimento dos participantes nas atividades de geração e análise de dados e nos contatos estabelecidos entre pares e com especialistas na área.
- Bayrak e Bayram (2011) apresentam um estudo com alunos do 8º ano de Ciências no âmbito do tema Ácido-Base. O objetivo do estudo era verificar a implementação de ferramentas hipermedia na ABRP. Bayrak e Bayram (2011) concluíram que as tecnologias usadas favoreceram a interação e a partilha de informação no trabalho de equipa.

Em Portugal, a investigação no campo do ensino e da aprendizagem das Ciências numa abordagem ABRP online é, ainda, exígua.

Existe o estudo realizado por Vieira (2007), com alunos do 8º ano, na disciplina de Ciências de Físico-Químicas, no âmbito do tema Fontes de Energia. Um dos objetivos do estudo era averiguar a utilização de *WebQuests* numa perspetiva ABRP. A autora concluiu que a utilização das *WebQuests* numa abordagem ABRP possibilita o desenvolvimento concetual e de competências de resolução de problemas.

Recentemente, Jesus-Leibovitz, Leite e Nunes (2013) apresentaram um estudo, realizado com alunos do 7º ano, na disciplina de Ciências Naturais, no âmbito do tema Dinâmica da Terra. O objetivo do estudo era analisar as opiniões dos alunos em relação a um ensino orientado para a ABRP online (com recurso a um cenário sob a forma de vídeo e às ferramentas de *chat* e fórum da plataforma *Moodle*), e relacionar essas opiniões com os estilos de aprendizagem que os alunos revelaram. As autoras concluíram que há uma opinião favorável dos alunos face ao ensino orientado para a ABRP online.

Em suma, os exemplos de estudos no âmbito da ABRP online supracitados permitem inferir que a integração das TIC na ABRP no âmbito das Ciências possibilita o desenvolvimento de competências de comunicação, de resolução de problemas e de trabalho de equipa, bem como de conhecimentos científicos e tecnológicos.

## **6. Conclusões e implicações**

A integração das TIC na ABRP fornece alternativas às tradicionais abordagens da ABRP, designadamente ao nível da facilidade de acesso a recursos e fontes de informação diversificadas, da comunicação e colaboração dentro do grupo de trabalho, dos *feedbacks* do professor, do modo como os alunos relacionam a informação ao longo do processo de resolução do problema e das formas de avaliação que realizam (Howe & Schnabel, 2012; Portimojärvi & Donnelly, 2011; Savin-Baden, 2007; Uden & Beaumont, 2006).

Com efeito, a ABRP proporciona à aprendizagem online a estrutura e a base pedagógica, de modo que as TIC não são sentidas pelos alunos como impostas, mas antes como ferramentas motivadoras que possibilitam aprendizagens mais eficazes. Por outro lado, as TIC oferecem à ABRP ambientes de trabalho mais flexíveis e dinâmicos, contribuindo para o suporte e melhoria das aprendizagens autónoma e colaborativa dos alunos (Howe & Schnabel, 2012; Portimojärvi & Donnelly, 2011; Savin-Baden, 2007; Uden & Beaumont, 2006). De facto, a

inclusão das TIC na ABRP aparenta ser uma nova e promissora inovação educativa e formadora: a combinação da mediação presencial e da mediação tecnológica caracterizará as aprendizagens do futuro (Tan, 2003).

Posto isto, se se compreender o modo como os alunos querem ser ensinados e como desejam aprender e conectar-se com o mundo (Portimojärvi & Donnelly, 2011), conseguir-se-á ajudá-los a melhor alcançarem os seus objetivos e a ultrapassar os seus obstáculos, e desta forma as suas aprendizagens refletir-se-ão num verdadeiro desenvolvimento pessoal.

**Agradecimentos:** Este trabalho foi realizado no âmbito do projeto Educação em Ciências para a Cidadania através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (PTDC/CPE-CED/108197/2008), financiado pela FCT no âmbito do Programa Operacional Temático Fatores de Competitividade (COMPETE) do quadro Comunitário de Apoio III e participado pelo Fundo Comunitário Europeu (FEDER).

## 7. Referências bibliográficas

- Alavi, C. (2002). Introduction. In C. Alavi, *Problem-Based Learning in a Health Sciences Curriculum* (2ª ed., pp. 1-11). New York (USA): Routledge - Francis & Taylor e-Library.
- Araújo, U., & Sastre, G. (2009). Apresentação. In U. Araújo, & G. Sastre, *Aprendizagem Baseada em Problemas no ensino superior* (2ª ed., pp. 7-15). São Paulo (Brasil): Summus Editorial.
- Barrett, T., & Moore, S. (2011). An Introduction to Problem-Based Learning. In T. Barrett, & S. Moore, *New Approaches to Problem-Based Learning - Revitalising your practice in higher education* (1ª ed., pp. 3-17). New York (USA): Routledge - Taylor & Francis Group.
- Bayrak, B., & Bayram, H. (2011). Effects of Problem-Based Learning in a Web Environment on Conceptual Understanding: The Subject of Acids and Bases. *International Online Journal of Educational Sciences*, 3, 831-848.
- Bridges, S., Botelho, M., Green, J., & Chau, A. (2012). Multimodality in Problem-Based Learning (PBL): An Interactional Ethnography. In S. Bridges, C. McGrath, & T. Whitehill, *Problem-Based Learning in Clinical Education - The Next Generation* (1ª ed., pp. 99-120). London (UK): Springer.
- Cheaney, J., & Ingebritsen, T. (November de 2005). Problem-based Learning in an Online Course: A case study. *The International Review of Research in Open and Distance Learning*, 6, 1-10.
- Decker, I., & Bouhuijs, P. (2009). Aprendizagem baseada em problemas e metodologia de problematização: Identificando e analisando continuidades e descontinuidades no processo de ensino-aprendizagem. In U. Araújo, & G. Sastre, *Aprendizagem Baseada em Problemas no ensino superior* (2ª ed., pp. 177-204). São Paulo (Brasil): Summus Editorial.
- Deepwell, F., & Syon, A. (2006). Institutional perspectives: making PBLonline possible and sustainable. In M. Savin-Baden, & K. Wilkie, *Problem-Based Learning Online* (1ª ed., pp. 24-37). New York (USA): Open University Press.
- Howe, E., & Schnabel, M. (2012). The Changing Face of Problem-Based Learning: Social Networking and Interprofessional Collaboration. In S. Bridges, C. McGrath, & T. Whitehill, *Problem-Based Learning in Clinical Education - The Next Generation* (1ª ed., pp. 121-138). London (UK): Springer.
- Hrastinski, S. (2008). The potential of synchronous communication to enhance participation in online discussions: A case study of two e-learning courses. *Information & Management*, 45, 499-506.
- Jesus-Leibovitz, L., Leite, L., & Nunes, M. (2013). A Aprendizagem das Ciências Baseada na Resolução de Problemas Online: comparação entre estilos de aprendizagem e opiniões de alunos do 7º

- ano. In B. Silva, L. Almeida, A. Barca, M. Peralbo, A. Franco, & R. Monginho (Ed.), *Atas do XII Congresso Internacional Galego-Português de PsicoPedagogia* (pp. 4522-4536). Braga: Universidade do Minho.
- Ko, S., & Rossen, S. (2010). *Teachin Online: a Pratical Guide* (3ª ed.). New York (USA): Routledge - Francis and Taylor Group.
- Lambros, A. (2002). *Problem-Based Learning in K-8 Classrooms - A teacher's guide to implementation* (1ª ed.). Thousand Oaks (USA): Corwin Press, Inc.
- Lambros, A. (2004). *Problem-Based Learning in Middle and High School Classrooms - A teacher's guide to implementation* (1ª ed.). Thousand Oaks (USA): Corwin Press, Inc.
- Land, R., & Bayne, S. (2006). Issues in cyberspace education. In M. Savin-Baden, & K. Wilkie, *Problem-Based Learning Online* (1ª ed., pp. 14-23). New York (USA): Open University Press.
- Lycke, K., Stromso, H., & Grottum, P. (2006). Tracing the tutor role in problem-based learning and PBLonline. In *Problem-Based Learning Online* (1ª ed., pp. 45-60). New York (USA): Open University Press.
- Mansour, A., Sumsky, C., & Magerko, B. (2011). Paleoclimate Clues: Problem-Based Learning Digital Media for Climate Science. *11th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies* (pp. 401-402). IEEE - Computer Society.
- Petty, G. (2009). *Teaching Today: a pratical guide* (4ª ed.). Cheltenham (UK): Nelson Thornes Ltd.
- Portimojärvi, T., & Donnelly, R. (2011). A PBL Response to th Digital Native Dilemma. In T. Barrett, & S. Moore, *New Approaches to Problem-Based Learning - Revitalising your practice in higher education* (1ª ed., pp. 239-251). New York (USA): Routledge - Taylor & Francis Group.
- Ribeiro, L. R. (2010). *Aprendizagem Baseada em Problemas - PBL: Uma experiência no ensino superior* (1ª ed.). São Paulo (Brasil): EdUFSCar - Editora da Universidade Federal de São Carlos.
- Ronis, D. (2008). *Problem-Based Learning for Math & Science: Integrating Inquiry and the Internet* (2ª ed.). Thousand Oaks (USA): Corwin Press.
- Russell, D. (2009). Group Collaboration in an Online Problem-based University Course. In O.-S. Tan, *Problem-based Learning and Creativity* (1ª ed., pp. 173-192). Singapore: Cengage Learning Asia Pte Ltd.
- Savin-Baden, M. (2006). The challenge of using problem-based learning online. In M. Savin-Baden, & K. Wilkie, *Problem-Based Learning Online* (1ª ed.). New York (USA): Open University Press.
- Savin-Baden, M. (2007). *A Pratical guide to Problem-Based Learning Online* (1ª ed.). New York (USA): Routledge, Taylor & Francis Group.
- Shahbodin, F., & Zaman, H. (2008). Evaluating the Effectiveness Problem Based Learning in Science Teaching: Hybrid Approach. *ITSim 2008 - International Symposium on Information Technology* (pp. 1-7). Kuala Lumpur: IEEEExplore Digital Library.
- Tan, O.-S. (2003). *Problem-Based Learning Innovation - Using Problems to Power Learning in the 21st Century* (1ª ed.). Singapore: GALE - Cengage Learning.
- Tosun, C., & Taskesenligil, Y. (2011). Using the MOODLE Learning Management System in Problem Based Learning Method. *International Online Journal of Educational Sciences*, 3, 1021-1045.
- Uden, L., & Beaumont, C. (2006). *Technology and Problem-Based Learning* (1ª ed.). Hershey (USA): INFOSCI, Information Science Publishing - Idea Group Inc.
- Valaitis, R., Sword, W., Jones, B., & Hodges, A. (29 de April de 2005). Problem-Based Learning Online: Perceptions ofHealth Science Students. *Advances in Health Sciences Education*, 10, 231–252.
- Vieira, P. (2007). *Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas e WebQuests: um estudo com alunos do 8º ano de escolaridade, na temática "fontes de energia"*. Braga: Dissertação de Mestrado (não publicada), Universidade do Minho.
- Watson, G. (2004). Integrating Problem-Based Learning and Technology in Education. In O.-S. Tan, *Enhancing Thinking thrrough Problem-Based Learning Approaches* (1ª ed., pp. 187-202). Singapore: Cengage Learning.

## **Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas e materiais didáticos**

**Teresa Vilaça & Sofia Morgado**

*Instituto de Educação, Universidade do Minho, Braga, Portugal*

### **Resumo**

É consensual entre os especialistas na Educação em Ciências que os cidadãos cientificamente literatos precisam ser capazes de resolver problemas e fazer questões sobre as várias dimensões do seu próprio ambiente a fim de resolver problemas relacionados com a sua saúde e ambiente, entre outros. Dado o importante papel desempenhado pelos Manuais Escolares na Educação em Ciências, e pela importância emergente do uso de cenários e de WebQuests na sala de aula, este trabalho tem como objetivo analisar como é que esses materiais lidam com o questionamento, e, mais concretamente, se o usam, ou não, de modo consistente com as exigências da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP). Partindo do estado da arte antes do desenvolvimento do Projeto “Educação em Ciências para a Cidadania através da ABRP”, serão apresentados os principais resultados obtidos nesse projeto e serão equacionadas as implicações mais importantes desses resultados para a investigação e práticas na Educação em Ciências.

### **1. Contextualização**

A competência de questionamento dos alunos é um pré-requisito para experimentarem uma cidadania ativa e responsável (Dourado & Leite, 2010; Hofstein et al., 2005; Leite, Loureiro & Oliveira, 2010) e o crescimento do conhecimento científico (Hofstein et al., 2005). De facto, quando os alunos colocam questões mantêm uma atitude positiva de interesse e curiosidade sobre o mundo real (Pedrosa de Jesus et al., 2006) e refletem sobre o conhecimento científico, económico, social e cultural de uma forma mais profunda para serem capazes de compreender a natureza e a extensão dos problemas da sociedade, como apareceram, quem afetam e a variedade de possibilidades que têm para os resolver. Assim, fazer questões é uma componente essencial do ensino das Ciências (Baram-Tsabari et al., 2008; Keeling, Polacek & Ingram, 2009; Zhang et al., 2010), e há muitas questões a serem colocadas sobre a prática pedagógica do questionamento, tais como: o tipo de questões feitas pelos professores para estimular o pensamento dos alunos e a discussão produtiva em sala de aula (Chin, 2006, 2007; Harris, Phillips & Penuel, 2010; van Zee et al., 2001; van Zee & Minstrell, 1997; van Zee, Wild & Flanagan, 1993; Zhang et al., 2010); as características da formulação das questões dos alunos focadas em diferentes contextos pedagógicos (Chin, 2001; Chin & Osborne, 2010; Hofstein et al., 2005) e contextos que tinham potencialidades para promover a ABRP (p.ex: Dahlgren & Oberg, 2001; Loureiro, 2008; Oliveira, 2008); e as potencialidades do questionamento nos Manuais Escolares (ME) de Ciências para promover o

ensino das Ciências para a cidadania (p.ex.: Leite, Costa & Esteves, 2008; Leite, Costa & Leme, 2007). De acordo com Dourado e Leite (2010), apesar da grande implantação que os recursos didáticos baseados na *Internet* tem vindo a alcançar, os Manuais Escolares (ME) são, para alguns alunos, o recurso didático único e, para outros, o recurso didático privilegiado, sendo as práticas pedagógicas dos professores muito influenciadas pelos ME adotados na escola que lecionam. Embora o questionamento facilite o desenvolvimento de habilidades analíticas e de pensamento crítico (Keeling, Polacek & Ingram, 2009), o que é uma componente essencial da metodologia de Aprendizagem Baseada na Resolução Problemas (ABRP) (Leite, Loureiro & Oliveira, 2010), o questionamento nos ME de Ciências Portugueses raramente incluem questões de alto nível cognitivo, fazendo com que exista pouca probabilidade de prepararem os alunos para aprender a resolver problemas (Dourado & Leite, 2010; Leite, Costa & Esteves, 2008; Palma & Leite, 2006). As WebQuests poderão potencialmente contribuir, também, para preparar os alunos para resolver problemas, uma vez que são atividades de Resolução de Problemas (RP) que “integram desafios de RP com o poder motivador das TIC para os alunos” [Tecnologias de Informação e Comunicação] (Leite, Dourado & Morgado, 2012a, p. 384) todavia, o poder educacional das WebQuests depende do tipo de conhecimento e das exigências cognitivas que as tarefas mobilizam para a resolução dos problemas (ex.: Leite, Gomes & Morgado, 2013).

No processo de ABRP, o primeiro passo, numa sequência de passos inter-relacionados, é a apresentação do cenário (situações-problema) aos alunos, seguido de um *brainstorming* para promover o levantamento dos tópicos e questões emergentes associados ao tema apresentado e a procura de soluções através da promoção de atividades de investigação (Dahlgren & Oberg, 2001; Vasconcelos et al. 2012; Torres, Preto & Vasconcelos, 2013). Os cenários são destinados a estimular a aprendizagem e a discussão de diferentes perspetivas dos problemas e das soluções para os problemas relacionados com eles. A investigação tem enfatizado que o questionamento é a base para promover a discussão na ABRP (Carvalho & Dourado, 2009; Dahlgren & Oberg, 2001; Leite, Loureiro & Oliveira, 2010; Palma & Leite, 2006), no entanto há falta de uma compreensão mais detalhada sobre como é que os ME e os outros materiais didáticos usados nas aulas de Ciências lidam com o questionamento e como é que essas questões podem contribuir, ou não, para promover o Ensino Orientado para a ABRP (EOABRP).

## **2. Objetivo**

Recentemente, em Portugal, um número de investigadores da Universidade do Minho preocupados com o desenvolvimento da ABRP, têm vindo a investigar os materiais didáticos e as estratégias na sala de aula que são os determinantes do seu desenvolvimento, nomeadamente, como é que o questionamento nesses materiais pode fortalecer, ou enfraquecer, o desenvolvimento da ABRP no ensino das Ciências. Nesta perspetiva, o objetivo deste trabalho é analisar como é que os ME, as Webquests e o uso de cenários integrados numa metodologia de ABRP lidam com o questionamento, e mais concretamente se o usam, ou não, de modo consistente com as exigências desta metodologia. Partindo do estado de arte antes do desenvolvimento do Projeto intitulado Educação em Ciências para a Cidadania através da ABRP, focado numa breve revisão crítica e os principais resultados obtidos nesse projeto relacionados com o questionamento na aplicação da ABRP no ensino e aprendizagem das Ciências (secção 3) e equacionadas as implicações mais importantes desses resultados para a investigação e práticas na Educação em Ciências (secção 4).

## **3. Os materiais didáticos e o questionamento com vista à Aprendizagem das Ciências Baseada na Resolução de Problemas**

### ***3.1. Os Cenários e o questionamento com vista à Aprendizagem das Ciências Baseada na Resolução de Problemas***

Dahlgren e Oberg (2001), com o objetivo de descreverem como é que os cenários usados num programa de Ciências do Ambiente funcionam em termos do tipo de questões que evocam, aprofundar a compreensão dos alunos sobre a complexidade dos problemas ambientais e problematizar as questões ambientais, como parte de um novo programa de graduação em Ciências Ambientais (quatro anos), com base na ABRP, utilizaram cinco cenários relacionados com a vida real e com estrutura diferente: banda desenhada sobre a morte de peixes; a primeira página de um folheto sobre como lidar com a terra arável; um desenho sobre a relação global/ local e urbano/ rural; e a primeira página de uma revista sobre a relação países desenvolvidos/em desenvolvimento e leste/oeste. A análise dos dados gerou cinco categorias de perguntas: *questões enciclopédicas*, tipicamente caracterizadas pelo uso de interrogativas, tais como “quem”, “o que”, “que” e “onde”, que incluem questões formuladas de uma forma que sugere que os alunos esperavam encontrar uma resposta inequívoca e não muito complexa, que contém apenas um aspeto, muitas vezes quantitativo;



*questões de compreensão*, começadas com ‘qual é o significado de’, ‘o que é’, ‘por que’, tipicamente orientadas para encontrar o sentido fenomenológico de certos termos ou conceitos sem respostas diretas; *questões relacionais*, que incluem substantivos típicos, tal como ‘influência’, ‘efeito’ e ‘consequência’ e contêm mais do que um aspeto e a relação entre esses aspetos; *questões de avaliação*, isto é questões de natureza comparativa, com o objetivo de avaliar as consequências em termos de melhor ou pior; e *questões de procura de solução* ou questões que normalmente lidam com problemas mais abrangentes e complexos a um nível abstrato e com o objetivo de procurar a(s) solução(ões) mais adequada(s) para os problemas. Todos os cenários geraram perguntas relativas a todas as cinco categorias em todos os grupos, embora com ênfases variadas: havia uma ênfase em questões de compreensão na história em quadrinhos; questões enciclopédicas no cenário da fotografia; questões de procura de solução no desenho, e na primeira página da revista nenhuma das categorias foi enfatizada. As questões enciclopédicas representaram cerca de um terço do número total de questões formuladas pelos alunos.

Em Portugal, Loureiro (2008) realizou uma investigação nas escolas portuguesas envolvendo 30 professores de Ciências Físicas e alunos do 7.º, 9.º e 11.º anos de escolaridade (N = 176), focada na relação entre as questões formuladas pelos alunos e as previstas pelos professores de Ciências Físicas, a partir de diferentes formatos de cenários (notícias, histórias em quadrinhos e de imagem). Os resultados mostraram que os alunos formularam e os professores anteciparam, principalmente, questões enciclopédicas e compreensão e que estas concentram-se nos mesmos tópicos de Ciências específicos, sendo a maioria de natureza académica. As questões do tipo relacionais, de avaliação e de procura de solução foram raras ou mesmo inexistentes. Este estudo parece mostrar que os dois tipos mais frequentes de questões são independentes do tipo de cenário utilizado.

Numa outra investigação Portuguesa, usando o mesmo formatos de cenários (texto, histórias em quadrinhos, imagem), Oliveira (2008) estudou as questões formuladas pelos alunos individualmente, ou em grupo (N= 175 alunos do 9.º e 11.º anos de escolaridade), a fim de analisar se alguns cenários são, ou não, melhores que outros em termos de quantidade e qualidade das questões que levantam. Uma parte dos alunos primeiro formulou questões individualmente a partir dos cenários e, posteriormente, em pequenos grupos. A outra parte formulou questões apenas em pequenos grupos. Os resultados mostraram que os alunos foram capazes de formular algumas questões de alto nível cognitivo a partir dos cenários selecionados, mas os alunos do 11.º ano formularam mais questões desse nível cognitivo do

que os do 9º ano. Os alunos dos 9º e 11º anos que formularam perguntas apenas em grupo, levantaram algumas questões de mais alto nível cognitivo do que os alunos em que as perguntas foram formuladas nos grupos, depois de terem formulado questões individualmente, ou seja, o questionamento individual levou à menor quantidade de questões de alto nível cognitivo. Neste estudo, não foi encontrada relação direta entre o tipo de cenário e o nível das questões levantadas.

Com o intuito também de comparar as questões elaboradas individualmente e em grupo pelos alunos Portugueses do 8º ano sobre o tema Mudança Global, Palma e Leite (2006), realizaram um estudo em que, na primeira fase, os alunos leram uma pequena reportagem de um jornal diário Português voltada para o problema das Alterações Climáticas, e formularam individualmente cinco questões que eles consideravam interessantes resolver ou investigar relacionadas com este tema. Na segunda fase, em grupos selecionaram, entre as questões previamente formuladas pelos diferentes participantes no grupo, as cinco questões que consideravam mais relevantes. Os resultados mostraram que, individualmente, ou em grupo, foram formuladas questões de alto nível cognitivo em todos os temas focados em notícias (furacões, aquecimento global e mudança global), no entanto, na formulação individual das questões, os alunos não formulam questões sobre os três tópicos, enquanto que na formulação em grupo aumentaram o número dessas questões. Os resultados deste estudo mostraram que os alunos apresentam dificuldades no questionamento, individualmente ou em grupo, e, especialmente para a formulação de questões que poderiam ser utilizadas para a ABRP.

Carvalho e Dourado (2009) analisaram o tipo de questões elaboradas por alunos de Ciências Naturais (CN) do 7º (n = 121) e 9º (n = 49) ano de escolaridade a partir de dois cenários com formatos diferentes: excertos, sobre a estrutura interna da Terra, do livro A viagem ao Centro da Terra de Júlio Verne; e uma peça de teatro, sobre o sistema digestivo e alcoolismo, baseado na novela Morangos com Açúcar. Perante os cenários os alunos foram solicitados a formular, individualmente, as questões que estes lhes suscitavam. Os resultados mostraram que a maioria das questões formuladas pelos alunos, independentemente do formato dos cenários, foram questões enciclopédicas e compreensão. Os autores constataram, ainda, que independentemente do formato dos cenários, alguns alunos, também, elaboraram questões com nível cognitivo mais elevado (questões do tipo relacional, avaliação e procura de soluções).

No âmbito do projeto em que se integra este trabalho, Torres e colaboradores (2012) e Torres, Preto e Vasconcelos (2013), concretizaram investigações que visam analisar a relação entre o

formato dos cenários e as questões formuladas pelos alunos perante estes. Para concretizar este objetivo, os autores, analisaram e compararam o número e o nível cognitivo das questões formuladas pelos alunos e as antecipadas pelos professores de Ciências (a partir de cenários com diferentes formatos: notícia, cartoon conceptual e de desenho), bem como analisar a motivação demonstrada pelos alunos na colocação de questões a partir dos cenários de problematização e se o perfil epistemológico e didático dos professores influencia o número e a tipologia das questões que colocam. Estas investigações realizaram-se numa escola do norte de Portugal e envolveram três professores de Ciências e 95 alunos de Ciências e Tecnologia (12º ano de escolaridade), em que duas turmas já tinham contactado com a ABRP e as outras duas turmas não tinham. Os professores envolvidos neste estudo solicitaram aos pequenos grupos de alunos para formularem as questões que pensam que os cenários lhes suscitavam, bem como solicitaram aos professores que antecipassem as questões que os cenários suscitariam aos alunos. Os autores constataram que os três cenários tenham levado a um número de questões muito semelhante por parte dos alunos e dos professores, no entanto, o cenário que originou um maior número de questões por parte dos alunos foi a notícia e por parte dos professores foi o cartoon (Tabela 1).

**Tabela 1 - Número e tipo de questões colocadas pelos alunos e professores de acordo com cada cenário (%)**

Tipo de cenário	Sujeitos	Tipo de questões						
		Enciclopédicas	Compreensão	Avaliação	Relacionais	Procura de solução	Previsão	Debate
Notícia	Alunos	44.6	18.2	0	9.9	8.3	5.0	14.0
	Profs	30.0	30.0	0	20.0	15.0	0	5.0
Cartoon	Alunos	38.1	23.7	7.6	21.2	0.8	4.2	4.2
	Profs	42.3	15.4	3.8	34.6	3.8	0	0
Desenho	Alunos	17.1	12.6	2.7	17.1	13.5	18.0	18.9
	Profs	26.3	0	21.0	26.3	21.0	5.2	0
Total	Alunos	33.7	18.3	3.4	16.0	7.4	8.9	12.3
	Profs	33.8	15.4	7.7	27.7	12.3	1.5	1.5

Fonte: Torres, Preto Almeida e Vasconcelos (2012) e Torres, Preto e Vasconcelos (2013)

Os cenários promoveram a formulação de questões maioritariamente do tipo enciclopédico, tendo sido o cenário com o formato de desenho que promoveu a formulação de uma menor percentagem de questões deste tipo.

Numa análise mais específica dos resultados deste estudo, Torres, Preto e Vasconcelos (2013)

verificaram que os alunos com experiência na ABRP foram capazes de formular um maior número de questões a partir dos diferentes cenários e que estas possuíam um nível cognitivo mais elevado que as questões formuladas pelos alunos que nunca tinham conctatado com a ABRP. Segundo os autores, estes alunos mostraram-se motivados, participando de forma mais ativa nas atividades. Quando se comparam as questões colocadas pelos alunos e as sugeridas pelos professores, os alunos que colocaram mais questões são os alunos da professora que colocou mais questões, não sendo possível o mesmo tipo de relação relativamente ao tipo de questões formuladas (Torres et al., 2012; Torres, Preto & Vasconcelos, 2013). De acordo com Torres e colaboradores (2012), os dados recolhidos na entrevista aos três professores sugerem a existência de uma relação entre o perfil epistemológico e didático do professor com o número de questões formuladas, embora não seja possível estabelecer uma relação entre o perfil do professor e o tipo de questões antecipadas.

### ***3.2. As WebQuests e o questionamento com vista à Aprendizagem das Ciências Baseada na Resolução de Problemas***

As WebQuests podem ser um material didático a ser utilizado em contexto de ensino orientado para a ABRP (Leite, Gomes & Morgado, 2013), porém como qualquer material didático, em contexto sala de aula, deverá ser analisado criticamente de forma a averiguar se este possui, ou não, qualidade científico-pedagógica e se este se adequa, ou não, as metodologias que os professores pretendam utilizar para abordar um dado tema. Nesta perspetiva Leite, Dourado e Morgado (2012; no prelo) e Leite, Gomes e Morgado (2013) analisaram em que medida as WebQuests podem, ou não, ser incluídas em contextos de EOABRP, algumas WebQuests disponíveis em sites de escolas e universidades Portuguesas, nos diferentes assuntos a serem abordados no 8º ano de escolaridade.

Leite, Dourado e Morgado (2012) analisaram 16 WebQuests (20 tarefas) focadas no subtema Desenvolvimento Sustentável e Gestão dos Recursos Sustentáveis (DSGRS) do 8ºano de escolaridade, em relação às seguintes dimensões: formato das questões associadas à tarefa; nível cognitivo das questões associadas à tarefa; contexto social da tarefa; tipo de tarefa; e tipo produto final exigido. Leite, Gomes e Morgado (2013) analisaram 21 WebQuests (27 tarefas) centradas no subtema Mudança Global, em relação às seguintes dimensões: nível cognitivo das questões associadas à tarefa; tipo de tarefa; e tipo produto final exigido. Leite, Dourado e Morgado (no prelo) analisaram 92 WebQuests (157 tarefas) centradas no tema Sustentabilidade da Terra (8ºano), em relação a essas mesmas dimensões, no entanto, analisaram ainda, também, o título da WebQuest, o contexto social em que deve ser realizadas

as tarefas, e os agentes e as dimensões envolvidas no processo de avaliação.

Leite, Dourado e Morgado (2012) e Leite, Gomes e Morgado (2013) constataram que a maioria das tarefas incluídas nas WebQuests apresentam-se sob o formato de ordem (descrevem uma ação que é suposto que os alunos desenvolvam) e as restantes são de interrogação. Os autores constataram, ainda, que independentemente do formato das tarefas estas são maioritariamente de compreensão, porém no estudo realizado por Leite, Dourado e Morgado (2012) algumas tarefas, com o formato ordem e interrogação, exigem a procura de soluções para os problemas. Note-se que este tipo de questionamento, independentemente, do seu formato pode constituir-se como ponto de partida para ABRP. A tabela 2 apresenta alguns exemplos de tarefas com diferentes formatos e nível cognitivo.

**Tabela 2 – Exemplos de tarefas incluídas nas WebQuests**

<b>Formato da tarefa</b>	<b>Nível cognitivo da tarefa</b>	<b>Exemplos</b>
Ordem	Compreensão	“Cada grupo pequeno deverá fazer um trabalho de investigação de uma das seguintes fontes de energia renováveis: sol, água, biomassa, vento, energia geotérmica”
	Enciclopédica	“Quais são os possíveis usos da água?”
Interrogação	Procura de solução	“O que podes tu e os teus colegas fazer para economizar água na escola?”

Fonte: Leite, Dourado e Morgado (2012)

Embora no estudo realizado por Leite, Gomes e Morgado (2013) não tenham analisado a relação entre o formato das tarefas e o seu nível cognitivo, analisaram o nível cognitivo das tarefas. As autoras constataram que a maioria das tarefas são enciclopédicas e compreensão, sendo praticamente inexistente tarefas com um nível cognitivo superior.

Da análise dos resultados apresentados na tabela 3 verifica-se que, se por um lado, Leite, Dourado e Morgado (2012) verificaram que o contexto da maioria das tarefas estava relacionado com assuntos da vida do dia-a-dia, por outro lado, Leite, Dourado e Morgado (no prelo) verificaram que o contexto da maioria das tarefas e o título das Webquests estava relacionado com as Ciências na escola, ou seja, com conceitos científicos.

Em relação ao contexto das tarefas, em ambos os estudos, os autores salientam a importância de os alunos resolverem problemas que requerem a inter-relação entre os conceitos científicos e a vida quotidiana dos alunos, dada a relevância para o seu desenvolvimento enquanto cidadão ativo na sociedade em que está inserido.

**Tabela 3 - Contexto das tarefas incluídas nas WebQuests (%)**

<b>Contexto</b>	<b>DSGRS</b> (n <sub>tarefas</sub> =20)	<b>Sustentabilidade na Terra</b> (n <sub>tarefas</sub> =157)
Ciências na escola	40,0	67,7
Investigação em ciência e tecnologia	0,0	0,0
Vida do dia-a-dia	60,0	19,2
Aplicações das Ciências e da tecnologia na escola	0,0	13,1

Fonte: Leite, Dourado e Morgado (2012) e Leite, Dourado e Morgado (no prelo)

Nos três estudos desenvolvidos, nesta temática, foram analisados os tipos de tarefas incluídas nas WebQuests, dada a sua relevância para o processo de RP. Todos os autores constataram que a maioria das tarefas consiste na compilação dos dados, porém estas tarefas não vão ao encontro das exigências para os alunos aprenderem a resolver problemas. A tabela 4 apresenta, a título de exemplo, os possíveis tipos de tarefas incluídas nas WebQuests.

**Tabela 4 - Tipo de tarefas incluídas nas WebQuests (%)**

<b>Tipo de tarefa</b>	<b>DSGR</b> (n <sub>tarefas</sub> =20)	<b>Mudança Global</b> (n <sub>tarefas</sub> =27)
Identificação de informação	0,0	7,4
Resumir	0,0	11,1
Tarefas de compilação	65,0	55,6
Tarefas de mestria	5,0	0,0
Tarefas de <i>Design</i>	5,0	3,7
Tarefas criativas	10,0	14,8
Tarefas de persuasão	5,0	3,7
Tarefas analíticas	0,0	3,7
Role playing	10,0	0,0

Fonte: Leite, Dourado e Morgado (2012); Leite, Gomes e Morgado (2013)

Em relação ao tipo de produto final solicitado pelas WebQuests, Leite, Dourado e Morgado (2012, no prelo) e Leite, Gomes e Morgado (2013) verificaram que a maioria solicita que os alunos desenvolvam um trabalho escrito (Tabela 5), segundo os autores este tipo de produto final pouco contribuem para que os alunos desenvolvam a sua capacidade de análise, de avaliação e/ou de síntese.

No estudo realizado por Leite, Dourado e Morgado (no prelo) foi, ainda, alvo de análise o contexto social em que deve ser realizada a RP e os agentes e as dimensões da avaliação. Os autores constataram que a maioria das WebQuests solicita que sejam realizadas em pequenos

grupos de alunos (o que é compatível com o EOABRP) e que o professor avalie o produto final, nomeadamente, os conhecimentos científicos e procedimentais, e o envolvimento dos alunos na concretização das tarefas (não é compatível com as exigências do EOABRP na medida em que este tipo de ensino requer que todos os agentes envolvidos no processo, também se envolvam na avaliação do mesmo).

**Tabela 5 - Tipo de produto final solicitado pelas WebQuests**

Tipo de produto			f	%
Trabalho escrito	Panfleto, poster	Com apresentação oral	2	10.5
		Sem apresentação oral	2	10.5
	Texto	Com apresentação oral	2	10.5
		Sem apresentação oral	1	5.3
	Apresentação em PowerPoint	Com apresentação oral	2	10.5
		Sem apresentação oral	0	0,0
Campanhas de persuasão			1	5.3
Produção multimédia (vídeo, site, blog, etc.)	Com apresentação oral	1	5.3	
	Sem apresentação oral	2	10.5	
Discussão			3	15.8
Responder a questões			2	10.5
Não foi tornado explícito			1	5.3

Fonte: Leite et al. (2012a)

Em síntese, os autores (Leite, Dourado e Morgado 2012, no prelo; Leite, Gomes & Morgado, 2013) constataram que a maioria das WebQuests disponibilizadas em *sites* Portugueses têm pouca qualidade científico-pedagógica, bem como exigência cognitiva, na medida em que estas apresentam tarefas de baixo nível cognitivo. Estes resultados, segundo os autores, podem implicar que os professores têm de melhorar estes materiais didáticos caso pretendam utilizá-los com o intuito de incluir o EOABRP a partir destes materiais.

Note-se que em relação às WebQuests e o questionamento com vista à Aprendizagem das Ciências Baseada na Resolução de Problemas, foram apenas descritos trabalhos desenvolvidos no âmbito do projeto em que se integra este trabalho, uma vez que não se conhecem outros estudos, nem estrangeiros, nem Portugueses, desenvolvidos com esta finalidade.

### ***3.3. Os Manuais Escolares e o questionamento com vista à Aprendizagem das Ciências Baseada na Resolução de Problemas***

Leite, Costa e Leme (2007) analisaram a relação entre as questões sobre o tema da Energia que os alunos do 8º ano (N = 100) gostariam de ver respondidas e a abordagem do tema desenvolvida em seis ME de Física. Os resultados mostraram que: os alunos formularam um número reduzido de questões, no entanto, estas incidem em aspetos importantes ao nível académico, social e ambiental; todos os ME analisados abordavam este tema, porém os aspetos por eles abordados não satisfazem os interesses dos alunos. As autoras concluíram, assim, que existem discrepâncias consideráveis entre os interesses dos alunos e os ME, o que poderá conduzir a uma desmotivação dos alunos para aprender alguns aspetos relacionados com este tema.

Outra questão importante sobre o questionamento em ME de Ciências é analisar se os ME desenvolvem, ou não, os diversos temas com base em problemas que contribuem para o desenvolvimento de competências de alto nível cognitivo nos alunos. Com este objetivo, Leite, Costa e Esteves (2008) analisaram duas coleções (A e B) de ME Portugueses de Ciências Físico-Químicas (CFQ), do 7º ano de escolaridade, publicados por duas editoras diferentes. Este estudo mostrou que as duas coleções de ME apresentam, exclusivamente, questões enciclopédicas (a maioria) e compreensão, independentemente, dos temas que estes abordam. As autoras constaram, ainda, que numa das coleções (B), aparecem questões como contexto de partida para as temáticas, no entanto, estas são de baixo nível cognitivo, o que implica que pouco ou nada contribuirá para que os alunos aprendam os temas resolvendo problemas e, conseqüentemente, os professores consigam implementar o ensino orientado para a ABRP

Leite e colaboradores (2012), tendo em consideração o conhecimento prévio dos ME de Ciências Portugueses e as funções das questões, desenvolveram e validaram uma grelha de análise de questões apresentadas em ME de Ciências, com as seguintes oito dimensões de análise: localização das questões; nível cognitivo das questões; contexto de incidência das questões; abrangência das questões; respostas às questões; exigência das respostas às questões; e aceitação de diversidade de respostas. Na sequência deste trabalho foram analisados vários ME de diferentes anos de escolaridade.

No 7º ano de escolaridade, no tema Terra em Transformação, foram analisados na totalidade três ME de CN e de CFQ (Vasconcelos et al., 2012) que eram usados pelo maior número de



escolas no país.

No 8º ano de escolaridade, no tema Sustentabilidade na Terra, foram analisados os ME de CN e de CFQ. Num primeiro estudo (estudo 1), foi selecionado dentro destes livros as unidades Gestão Sustentável de Recursos e Reações Químicas, dos três livros de cada disciplina usados no maior número de escolas do Concelho de Braga (Dourado & Leite, 2010). No segundo estudo (estudo 2) foram escolhidos aleatoriamente três livros de cada uma dessas disciplinas de três editoras diferentes, para serem analisados na sua totalidade (Leite, Dourado e Morgado, 2011).

No 9º ano de escolaridade, no tema Viver Melhor na Terra, foram analisados na totalidade três ME de CN (Vilaça & Leite, 2011) que eram usados pelo maior número de escolas no país.

Em qualquer uma destas análises foi aplicada a grelha acima referida ou algumas das suas dimensões. Em seguida, serão apresentados comparativamente os resultados obtidos neste quatro estudos nas dimensões de análise que têm em comum, nomeadamente, a localização das questões incluídas nos ME, a função das questões e o nível cognitivo das questões. A tabela 6 apresenta a localização das questões nos vários ME analisados.

**Tabela 6 - Localização das questões incluídas em cada conjunto de três ME (%)**

Localização das questões	Terra em Transformação		Sustentabilidade na Terra				Viver Melhor na Terra
	ME - CN (n=135)	ME - CFQ (n=403)	Estudo 1		Estudo 2		
			ME – CN (n=36)	ME - CFQ (n=205)	ME – CN (n=232)	ME - CFQ (n=924)	ME – CN (n=532)
Abertura do tema	6,7	0	0	0	1.3	0.4	0
Abertura da unidade/subunidade	23.0	0	13.9	7.8	6.0	7.6	5.8
Título da subunidade	0	6.7	0	0	0	3.6	0
Titulo das secções	36.3	8.9	5.6	2.9	0	0	24.1
Titulo das subsecções	0	0	0	0	1.3	11.1	0
Ao longo da subunidade ou secção do texto	5.9	72.7	41.7	89.3	67.2	70.8	39.7
Associado com atividades de aprendizagem	28.1	7.7	38.8	0	24.2	4.7	28.5
No fim da subunidade ou secção	0	4.0	0	0	0	1.8	1.9

A tabela 6 mostra como é interessante analisar os artigos específicos que lhe deram origem

para compreender as diferenças existentes entre manuais e, mesmo, dentro de cada unidade, quando os manuais foram analisados na totalidade. Globalmente, parece existir uma maior percentagem de questões nos ME de CFQ, que se localizam preferencialmente ao longo da subunidade ou secção do texto, enquanto nos ME de CN se localizam preferencialmente ao longo da subunidade ou secção do texto e associado a atividades de aprendizagem.

Relativamente à função que as questões desempenham no ME (Tabela 7) verifica-se que nos livros de CN há um grande número de questões cuja finalidade consiste em ligar, explicitamente, duas partes do texto, apresentar atividades de aprendizagem que são obrigatórias e tentar manter a atenção do leitor. Nos ME de CFQ a maior parte das atividades são de aplicação de conhecimentos que são apresentadas como atividades obrigatórias.

**Tabela 7 - Funções das questões incluídas em cada conjunto de três ME (%)**

Função das questões	Terra em Transformação		Sustentabilidade na Terra				Viver Melhor na Terra
			Estudo 1		Estudo 2		
	ME-CN (n=135)	ME-CFQ (n=403)	ME-CN (n=36)	ME-CFQ (n=205)	ME-CN (n=232)	ME-CFQ (n=924)	ME-CN (n=532)
Apresentar resultados de aprendizagem esperados	29.6	6.6	13.8	7.3	7.3	11.6	3.9
Apresentar o texto a ser desenvolvido	2.2	8.9	27.8	5.9	4.7	11.9	29.5
Questões de ligação	39.3	9.7	19.4	15.1	3.9	7.6	4.3
Apresentar atividades de aprendizagem	Facultativa	1.5	0	0	0	0	0
	Obrigatória	25.2	36.1	0	24.2	6.3	28.6
Aplicação de conhecimentos	Facultativa	0.7	0	0	0	0	0
	Obrigatória	0	2.8	71.7	0	54.3	0.8
Ilustrar o processo de resolução do problema	0	2.9	0	0	0	0.9	0
Tentar manter a atenção do leitor	1.5	0.5	0	0	59.9	7.4	32.9

Em suma, verifica-se que aparecem poucas questões na abertura de um tema e de uma unidade/subunidade e com o intuito de estas constituírem o ponto de partida para a aprendizagem, o que significa que dificilmente a partir do ME os professores conseguiram promover a Aprendizagem das Ciências Baseada na Resolução de Problemas. Para terminar, os resultados em relação ao nível cognitivo das questões encontram-se na tabela 8.

Como se pode observar na tabela 8, as questões enciclopédicas e de compreensão dominam maioritariamente em todos os ME, o que significa que se os professores se basearem, exclusivamente, no tipo de questionamento colocado nestes materiais didáticos dificilmente

promoveram situações de aprendizagem que proporcionem aos alunos o desenvolvimento de competências de RP, pensamento crítico e analítico, entre outras, fundamentais para que os cidadãos exerçam ativamente e responsavelmente os seus exercícios de cidadania.

**Tabela 8 - Nível cognitivo das questões incluídas em cada conjunto de três ME (%)**

Nível cognitivo das questões	Terra em Transformação		Sustentabilidade na Terra (8ºano)				Viver Melhor na Terra
	ME-CN (n=133)	ME-CFQ (n=391)	Estudo 1		Estudo 2		ME-CN (n=532)
			ME-CN (n=36)	ME-CFQ (n=205)	ME-CN (n=232)	ME-CFQ (n=924)	
Enciclopédicas	67.6	65.2	8.4	38.0	66.4	54.4	71.5
Compreensão	15.8	34.3	38.9	60.0	23.8	43.7	12.4
Relacional	8.3	0	8.3	1.5	4.7	1.6	5.3
Avaliação	8.3	0	19.4	0.5	0.4	0	7.7
Procura de soluções	0	0.5	25.0	0	4.3	0.1	3.1
Outra	0	0	0	0	0.4	0.2	0

#### 4. Conclusões e implicações

O objetivo desta comunicação foi analisar como é que os ME, as Webquests e o uso de cenários integrados numa metodologia de ABRP lidam com o questionamento, e mais concretamente se o usam, ou não, de modo consistente com as exigências desta metodologia. Os resultados obtidos nos diversos estudos apresentados sugerem que os ME e as WebQuests analisados apresentam, na sua maioria, questões pouco exigentes, de baixo nível cognitivo, pouco compatíveis com as exigências do EOABRP. Sendo, assim, é necessário consciencializar os formadores de futuros professores de Ciências e os professores de Ciências para o cuidado que é necessário ter quando se integram estes materiais didáticos no EOABRP, e para a necessidade de os analisar criticamente, de modo a optar exclusivamente pelos que possuem qualidade científica e pedagógica, ou os melhorar de acordo com as exigências desta metodologia, nomeadamente, no que concerne às questões de alto nível cognitivo.

Em relação às questões formuladas por alunos e professores perante um cenário, os diversos estudos desenvolvidos quer no âmbito do projeto em que se integra este trabalho, quer fora dele, têm sugerido que tanto os alunos, como os professores formulam bastantes questões mas de baixo nível cognitivo, e que se centram demasiado nos conceitos académicos. Além disso, os estudos aqui apresentados sugerem, também, que o formato do cenário pode influenciar a quantidade de questões formuladas pelos agentes envolvidos no ensino orientado para a

ABRP, embora este resultado apenas seja consistente com alguns estudos anteriores. Estes resultados podem contribuir para que os formadores de futuros professores e professores de Ciências se apercebam da importância do cenário para desencadear a qualidade do questionamento por parte dos alunos, bem como o facto de este condicionar a eficácia do ensino orientado para a ABRP.

**Agradecimentos:** Este trabalho foi realizado no âmbito do projeto Educação em Ciências para a Cidadania através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (PTDC/CPE-CED/108197/2008), financiado pela FCT no âmbito do Programa Operacional Temático Factores de Competitividade (COMPETE) do quadro Comunitário de Apoio III e participado pelo Fundo Comunitário Europeu (FEDER).

## 5. Referências bibliográficas

- Baram-Tsabari, A., Sethi, R., Bry, L. & Yarden, A. (2009). Asking scientists: a decade of questions analysed by age, gender, and country. *Science education*, 93(1), 131-160.
- Carvalho, C. (2009). *O ensino e a aprendizagem das Ciências Naturais através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: um estudo com alunos de 9º ano, centrado no Sistema Digestivo*. Dissertação de Mestrado (Não publicada). Braga: Universidade do Minho.
- Carvalho, J. & Dourado, L. (2009). A formulação de questões a partir de cenários problemáticos: um estudo com alunos de Ciências Naturais do 3º Ciclo do Ensino Básico português. In B. Silva et al (Org.) *Actas do X Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia* (pp. 2615-2628) Braga: Universidade do Minho.
- Chin, C. & Osborne, J. (2010). Supporting argumentation through students' questions: case studies in Science classrooms, *Journal of the Learning Sciences*, 19(2), 230 - 284.
- Chin, C. (2001). Student-generated questions: encouraging inquisitive minds in learning science. *Teaching and Learning*, 23(1), 59-67.
- Chin, C. (2006). Classroom interaction in science: teacher questioning and feedback to students' responses. *International Journal of Science Education*, 28(11), 1315 - 1346.
- Chin, C. (2007). Teacher questioning in Science classrooms: approaches that stimulate productive thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(6), 815–843.
- Dahlgren, M. & Oberg, G. (2001). Questioning to learn and learning to question: Sstructure and function of PBL scenarios in environmental science education. *Higher Education*, 41, 263-282.
- Dourado, L. & Leite, L. (2010). Questionamento em manuais escolares de ciências. *Proceedings of the XXIII ENCIGA Conference (Cd-Rom)*. Náron (Espanha): Enciga.
- Harris, C., Phillips, R. & Penuel, W. (2010). Eliciting and developing students' ideas and questions in a learner-centered environmental Biology unit. In K. Gomez et al., *ICLS '10 Proceeding of the 9th international conference of the learning sciences*, Vol. 1, (pp. 261-268). International Society of the Learning Sciences.
- Hofstein, A., Navon, O., Kipnis, M. & Mamlok-Naaman, R. (2005). Developing students' ability to ask more and better questions resulting from inquiry-type Chemistry laboratories. *Journal of Research in Science Education*, 42(7), 791-806.
- Keeling, E., Polacek, K. & Ingram, E. (2009). A statistical analysis of student questions in a cell biology laboratory. *CBE—Life Sciences Education*, 8, 131–139.
- Leite, L. Costa, C. & Leme, J. (2007). Energia e educação em Ciências para a cidadania: dos interesses dos alunos às temáticas abordadas por manuais escolares. Em atas do Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia [CD-ROM]. Corunha: Universidade da Coruña.

- Leite, L., Costa, C. & Esteves, E. (2008). Os manuais escolares e a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: Um estudo centrado em manuais escolares de Ciências Físico-Químicas do ensino básico. In *Actas do XX Congreso de ENCIGA*. Carballiño: Associação dos Ensinantes de Ciencias de Galiza.
- Leite, L., Dourado, L. & Morgado, S. (2011). Science Textbooks as Questioning and Problem-Based Teaching and Learning Promoters: Change or Continuity?. In M. Flores et al (Orgs.). *Proceedings of the 15<sup>th</sup> Biannual of the ISATT - Back to the future. Legacies, continuities and changes in educational policy, and practice and research*. Braga: Universidade do Minho.
- Leite, L., Dourado, L. & Morgado, S. (2012). Sustainability on Earth WebQuests as Problem Based Activities: Can Physical Sciences Teachers Rely on Them? In J. Žogla & L. Rutka (Eds.), *Proceedings of the 36<sup>TH</sup> Annual Conference of the Association for Teacher Education in Europe* (pp. 384-394). Bruxelas: ATEE.
- Leite, L., Dourado, L. & Morgado, S. (no prelo). Sustainability on earth” webquests: do they qualify as problem-based learning activities?. *Research Science Education*.
- Leite, L., Dourado, L., Morgado, S., Vilaça, M., Vasconcelos, C., Pedrosa, A. & Afonso, A. (2012). Questionamento em manuais escolares de Ciências: desenvolvimento e validação de uma grelha de análise. *Educar em Revista*, 44, 127-143.
- Leite, L., Gomes, A., & Morgado, S. (2013). WebQuests sobre a Mudança Global: uma análise à luz dos princípios da ABRP. In P. Membiela, N. Casado e M.<sup>a</sup> Cebreiros (Eds), *Experiencias de investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias / Experiencias de investigación e innovación no ensino das ciências* (pp. 303-307). Retos y perspectivas de la docencia universitária: Educación Editora.
- Leite, L., Loureiro, I. & Oliveira, P. (2010). Putting PBL into practice: powers and limitations of different types of scenarios. In R. Nata (Ed) *Progress in Education*, volume 18 (pp. 139-157). Nova Iorque: Nova Science Publishers, Inc.
- Loureiro, P. (2008). *A formulação de questões a partir de contextos problemáticos: Um estudo com alunos dos Ensinos Básico e Secundário*. Tese de Dissertação publicada. Braga: Universidade do Minho.
- Oliveira, P. (2008). *A formulação de questões a partir de contextos problemáticos: um estudo com alunos dos Ensinos Básicos e Secundário*. Dissertação de Mestrado. Braga: Universidade do Minho.
- Palma, C. & Leite, L. (2006). Formulação de questões, educação em ciências e aprendizagem baseada na resolução de problemas: Um estudo com alunos portugueses do 8º ano de escolaridade. In *Atas Congreso Internacional PBL 2006 ABP*. Lima (Perú): Universidade Pontificia Católica.
- Pedrosa de Jesus, H. Almeida, P., Teixeira-Dias, J. & Watts, M. (2006). Students’ questions: building a bridge between Kolb’s learning styles and approaches to learning, *Education + Training*, 48 (2/3), 97-111.
- Torres, J., Preto, C., Almeida, A. & Vasconcelos, C. (2012). Cuestionamento a partir de escenarios de problematización. Em *Comunicacions del XVII Simposio sobre Enseñanza de la Geología* (pp. 243-250). Huelva: Universidade de Huelva.
- Torres, J., Preto, C. & Vasconcelos, C. (2013). Problem-based Learning environmental scenarios: an analysis of Science students and teachers questioning. *Journal Science of Education*, 14(2), 71-74.
- van Zee, E. & Minstrell, J. (1997). Using Questioning to Guide Student Thinking. *Journal of the Learning Sciences*, 6(2), 227 – 269.
- van Zee, E., Iwasyk, M., Kurose, A., Simpson, D. & Wild, J. (2001). Student and teacher questioning during conversations about Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), 159-190.
- van Zee, E., Wild, J. & Flanagan, P. (1993). Relation between teacher and student questioning during. Em *Proceedings of the third international seminar on misconceptions and educational strategies in Science and Mathematics* (pp. 1-44). Nova York: Misconceptions Trust
- Vasconcelos, C., Amador, M., Soares, R. & Pinto, T. (2012). Questionar, investigar e resolver problemas: reconstruindo cenários geológicos, *Investigações em Ensino de Ciências*, 17(3), 709-720.
- Vilaça, V. & Leite, L. (2011, Julho). *From Questioning to Citizenship Education: an Analysis of*

*Health Issues in Portuguese 9<sup>TH</sup> Grade Textbooks*. Comunicação apresentada no 15<sup>TH</sup> Biennial of the International Study Association on Teachers and Teaching, Braga.

Zhang, M., Lundeberg, M., McConnell, T., Koehler, M. & Eberhardt, J. (2010). Using Questioning to Facilitate Discussion of Science Teaching Problems in Teacher Professional Development. *The Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 4(1), 57-82.

## **A Educação em Ciências para a Cidadania através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: balanço de um projeto**

*Laurinda Leite*

*Instituto de Educação, Universidade do Minho, Braga Portugal*

### **Resumo**

A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) teve início na passada década de 60, em escolas de ciências da saúde, e foi-se a outras áreas, incluindo a educação em ciências. O objetivo do recurso a Ensino Orientado para a ABRP (EOABRP) é melhorar a formação científica dos cidadãos e contribuir para o bem-estar social e o desenvolvimento sustentável, os quais requerem cidadãos informados, capazes de intervir, responsável e ativamente, em questões socio-científicas ou seja, em problemas que, sendo sociais e ambientais, têm fundamentos científicos. No âmbito do projeto Educação em Ciências para a Cidadania através da ABRP investigou-se diversas vertentes desta abordagem didática, ao nível do 3º ciclo do Ensino Básico. Apesar de os materiais curriculares nem sempre serem muito explícitos ou consistentes com as exigências do EOABRP, os resultados obtidos são favoráveis ao EOABRP e fornecem informações relevantes para a formação de professores e para a implementação desta abordagem em ambientes formais e informais.

### **1. Contextualização**

O Ensino Orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (EOABRP), do inglês *Problem-Based Learning* (PBL), teve início na década de 60 do século passado, em escolas de ciências da saúde, na sequência da constatação de que os médicos que elas formavam apresentavam dificuldades em lidar com casos novos e em manterem-se atualizados ao longo do seu percurso profissional. Era preciso prepará-los para aprenderem a aprender e a resolver os problemas (Boud & Felletti, 1997) que os novos casos clínicos lhes fossem colocando ao longo da sua vida profissional. Esta necessidade conduziu à decisão de criar contextos em que os estudantes de medicina pudessem aprender, resolvendo problemas, tão reais quanto possível, em vez de serem ensinados por um professor que lhes transmitiria os conteúdos que se antecipava que eles precisariam no seu futuro profissional. Assim, a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) inclui Resolução de Problemas (RP) (Neto, 1998) mas distingue-se desta na medida em que a RP pode ocorrer nas diversas fases do processo de ensino e aprendizagem (Leite & Esteves, 2005) mas só quando ocorre no início desse processo conduz à realização de novas aprendizagem e corresponde a ABRP.

O sucesso obtido na medicina (Camp, 1996) fez com que outras áreas, das mais teóricas (como o direito) às mais práticas como a engenharia eletrotécnica, comesçassem a querer

experimentalizar a nova metodologia de ensino. A aceitação dessa metodologia nas diversas áreas é bem evidente em eventos científicos como o congresso bienal da PBL/ABP, cujo programa e atas evidenciam que é difícil encontrar uma área científica que não tenha aderido ou, pelo menos, experimentado o EOABRP. A educação em ciências não foi uma exceção, até porque é uma área cientificamente próxima da medicina, que precisa encontrar formas de captar alunos, de modo a, não só garantir o progresso científico, mas também a contribuir para o bem-estar social e o desenvolvimento sustentável. Estes últimos requerem cidadãos informados, capazes de intervir, responsável e ativamente, em questões socio-científicas que, para Galvão, Reis & Freire (2011), têm a ver com problemas que, sendo sociais e ambientais, têm fundamentos científicos, são controversos e podem envolver questões éticas.

A escola deve, por isso, formar os alunos, de modo a serem capazes de, ao longo da sua vida, se manterem teórica e metodologicamente atualizados e contribuir para a resolução dos problemas que afligem a sociedade e que podem por em causa o futuro da Humanidade. Foi com o intuito de contribuir para aprofundar conhecimentos acerca da contribuição do EOABRP para a educação em ciências para a cidadania que, enquanto formadores de professores de ciências, em 2008, elaborámos um projeto de investigação que visava produzir conhecimento sobre esta abordagem didática.

## **2. Objetivo**

Decorridos três anos de trabalho num projeto aprovado e financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), centrado em diversas facetas da Educação em Ciências para a Cidadania através da ABRP e que envolveu, não só as três instituições de ensino superior parceiras no projeto, mas também outras instituições, designadamente escolas, que permitiram por o Projeto em prática, importa fazer um balanço do que foi feito, por comparação com o inicialmente previsto, e abrir perspetivas para o futuro da investigação nesta área. Será em torno desta linha que se desenvolverá este texto, que tentará comparar o previsto e o realizado, realçando as realizações alcançadas e os caminhos a percorrer.

## **3. A Educação em Ciências para a Cidadania e a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas**

Segundo Hodson (1988), educar em ciências implica levar os alunos a aprender, não só ciências, mas também a fazer ciências e acerca das ciências. Só assim os alunos poderão



desenvolver a desejada literacia científica (Laugksch, 2000) que lhes permitirá apreciar o conhecimento científico e tirar partido dele, usando-o não só em benefício próprio, mas também em benefício do progresso das próprias ciências e da sociedade. Significa isto que, ao contrário do que ainda algumas pessoas pensam, os conteúdos conceituais são apenas uma das várias dimensões com as quais os professores de ciências se devem preocupar na sua ação didática (Acevedo, 2004). Esta ideia era assumida pelo Currículo Nacional do Ensino Básico (CNEB), em vigor a data de início deste projeto, currículo esse que reconhecia que, na área curricular das Ciências Físicas e Naturais (CFN), deveriam ser desenvolvidas competências conceituais, procedimentais, epistemológicas, de raciocínio, de relacionamento interpessoal e de comunicação. Defendia, portanto, uma educação pelas ciências em que a aprendizagem de conceitos servia de contexto e de pretexto para formar o aluno enquanto pessoa e membro de uma sociedade. A aprendizagem das ciências não era um fim em si mesmo; era antes um meio para atingir um fim: educar os alunos para exercerem uma cidadania ativa e responsável.

Dependendo do contexto em que é usado, o termo cidadania tem diversos significados que enfatizam diferentes vertentes, desde a vertente legal, relativa a direitos e deveres, até à vertente da participação, referente ao envolvimento do cidadão na sociedade em que está inserido, ao nível cívico, político e social (Martins, 2011). Esta última vertente de cidadania ativa, referente ao direito que todos os cidadãos têm de alcançar um nível de vida digno e adequado ao contexto em que se inserem, implica uma responsabilização e o envolvimento de todos em causas de que depende o futuro da Humanidade, como é o caso do Desenvolvimento Sustentável (Wellington, 2003). Neste sentido, educar para a cidadania é mais do que veicular conhecimentos conceituais, mais ou menos profundos e atualizados. Pelo contrário, e como defende Imbermón (citado por Martins, 2011), é ajudar os cidadãos a desenvolver capacidades que lhes permitam compreender e interpretar a realidade e fazer uma leitura crítica dos acontecimentos e dos contextos em que eles ocorrem. Estes acontecimentos têm a ver, não apenas com ocorrências naturais, mas também com acontecimentos provocados pelo Homem e pela atividade humana, sendo que alguns destes podem colocar em risco o futuro do planeta e da humanidade. Nesse sentido, educar para a cidadania requer a interiorização da ideia de que as ações individuais não isoladas e locais, mas que pelo contrário, uma ação local tem consequências globais e afeta toda a sociedade (Wellington, 2003). Assim, numa sociedade democrática, todos os cidadãos têm direitos mas também todos têm o dever de contribuir para o desenvolvimento e o bem-estar social, global, e para o futuro sustentável do planeta. Se é verdade que essa contribuição requer conhecimentos conceituais, também é

verdade que eles não são suficientes para originar essa consciência nem essa responsabilidade social, global. Estas requerem competências processuais, atitudes e valores que não são geradas espontaneamente (Martins, 2011) mas que podem ser desenvolvidas por uma educação em ciências que se centre explicitamente no contributo das ciências para a cidadania. Assim, se a escola pretender cumprir o seu objetivo de educar para a cidadania (Dillon, 2009) e se a educação em ciências quiser contribuir para a educação para a cidadania, então, segundo Wellington (2003), ela deverá, não só incidir nos conhecimentos, nas capacidades e nas ações mas também criar situações de aprendizagem em que o aluno adquira conhecimentos e desenvolva capacidades de questionamento e comunicação necessários para que as suas tomadas de decisão sejam fundamentadas, eficazes e responsáveis. Deverá ser uma educação em ciências com vista ao desenvolvimento do pensamento crítico, que requeira, entre outros, a resolução de problemas (RP) (Reiss, 2006) socio-científicos complexos, embora seja certo que, como enfatiza Martins (2011), o facto de os cidadãos terem competências para resolver esse tipo de problemas não garanta que se envolvam na sua resolução na vida real.

O EOABRP, ao deslocar a ênfase do ensino para a aprendizagem, colocando o aluno no centro de um processo de aprendizagem de conhecimentos novos a partir da RP reais, ou que parecem reais, facilita a transição da escola para o mundo real, quer social quer profissional, pois cria condições favoráveis ao desenvolvimento de competências de aprendizagem ao longo da vida (Azer, 2008; Hmelo-Silver, 2004; Lambros 2002).

O EOABRP pode iniciar-se com um problema ou com um cenário do qual emergirão os problemas a resolver pelos alunos. Este projeto privilegiou a RP a partir de cenários ou contextos problemáticos, sendo os problemas, depois de formulados pelos alunos, analisados, sequencializados e resolvidos em uma ou mais séries (Leite & Afonso, 2001). Podendo diferentes alunos resolver diferentes problemas ou todos os alunos resolver os mesmos problemas, o processo termina com a avaliação das soluções e do próprio processo, de modo a evidenciar as metodologias adotadas, bem como os seus pontos fortes e fracos e a fomentar o desenvolvimento de competências de RP. Essa resolução, que desejavelmente ocorre em pequenos grupos (Leite & Esteves, 2009), requer que os alunos desempenhem um conjunto de diferentes papéis (Leite & Esteves, 2012), o que contribuirá para o seu desenvolvimento pessoal e para a facilidade de integração em equipas de profissionais, onde cada um precisa de saber desempenhar o seu papel, bem como ouvir e respeitar os outros.

#### **4. Educação em Ciências para a Cidadania através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: do previsto ao concretizado**

O projeto intitulado Educação em Ciências para a Cidadania através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas organizava-se em torno de cinco tarefas: análise de materiais didáticos, formação de professores, ensino de ciências através de ABRP, ABRP na educação ambiental e ABRP *online*. Os resultados destas tarefas serão abordados de seguida.

##### ***4.1 Análise de materiais didáticos***

No caso da análise de materiais didáticos, tomando como referência a formação dos alunos para a cidadania, a questão que se coloca é a de saber se o CNEB e alguns materiais didáticos fomentam, ou não, o desenvolvimento de competências de RP e o EOABRP. Assim, considerou-se haver dois contextos, formal e informal, e alguns tipos de documentos que seria relevante analisar para este efeito. No contexto formal, considerou-se três tipos de documentos. Um deles tem a ver com os documentos reguladores do ensino e da aprendizagem, designadamente o CNEB e as Orientações Curriculares para as Ciências Físicas e Naturais (OCCFN). Por desempenharem uma função reguladora, estes documentos podem ser determinantes das características dos materiais didáticos destinados aos alunos, como é o caso dos manuais escolares. Entre o currículo prescrito e o currículo implementado pode haver uma grande diferença, de tal maneira que, aquando da sua transposição para o manual ou para a sala de aula, pode ser ignorado o que de bom ele tem ou serem colmatadas as falhas que apresenta. Contudo, os documentos oficiais deveriam estar científica e metodologicamente atualizados e ser compatíveis, não só com as políticas educativas vigentes, mas, e sobretudo, com as perspetivas aceites para o ensino das disciplinas, de modo a influenciarem positivamente os materiais didáticos destinados aos alunos.

O segundo tipo de documentos a considerar é o manual escolar, uma vez que ele continua a ser considerado um recurso didático a privilegiar (Lei de Bases do Sistema Educativo, Lei nº 49/2005, de 30 de agosto de 2005) e, além disso, ele deve reinterpretar o currículo e, como mostra a investigação (Torres & Vasconcelos, 2013), influencia as práticas letivas dos professores. Assim, se o currículo prescrito for compatível com os princípios em que assenta o ensino orientado para a ABRP, e se o manual for consistente com este tipo de ensino, então ele terá uma probabilidade considerável de contribuir para a educação em ciências para a cidadania. Note-se, contudo, que a relação do manual escolar com o EOABRP é algo

problemática e carece de ser explanada. De facto, no EOABRP, o professor não ensina mas antes cria contextos para que o aluno aprenda resolvendo problemas e sem ser ensinado, no sentido tradicional, pelo professor (Azer, 2008; Lambros, 2004; Leite & Esteves, 2012; Savin-Badin & Major, 2004). Isto significa que o manual escolar, tal como o conhecemos, não tem lugar no EOABRP, pois ele ‘ensinaria’ o aluno e este deixaria de ter que resolver problemas para aprender. Contudo, ainda assim, o manual escolar tradicional pode contribuir, mais ou menos, para o desenvolvimento de competências de resolução problemas, dependendo do nível de envolvimento na aprendizagem que suscita aos alunos. Esse envolvimento pode ser conseguido, por exemplo, através da explicitação de questões às quais o conteúdo apresentado permite responder.

O terceiro e último tipo de documentos considerado nesta análise foram WebQuests, pelo facto de serem, por definição, atividades de RP (Dodge, 2002). Dependendo das características das tarefas que apresentam e do modo como são integradas na sequência de ensino, as WebQuests podem servir para aplicar conhecimentos previamente estudados ou para aprender novos conhecimentos, resolvendo o problema subjacente à tarefa. No entanto, a facilidade de elaboração de uma WebQuest fez com que pessoas com diferente formação científica e técnica, mas também com diferente compreensão das suas características e objetivos, se envolvessem no seu desenvolvimento. Uma consequência disso é que WebQuests de alta qualidade podem coexistir *online* com documentos que, embora apelidados de WebQuests, não obedecem às suas características e, por conseguinte, não promovem a ABRP.

No que concerne aos documentos reguladores, a análise efetuada mostrou que o CNEB, bem como as OCCFN, em vigor em Portugal à data de início do projeto, reconheciam explicitamente a RP, não faziam referências explícitas à ABRP mas continham vários objetivos e recomendações compatíveis com a mesma (Morgado & Leite, 2011), designadamente ao nível das aprendizagens procedimentais, de raciocínio e de relacionamento interpessoal. Apesar de, nos documentos analisados, as referências à ABRP não serem tão explícitos como se gostaria, a substituição destes documentos pelas metas curriculares parece constituir um retrocesso, em termos de promoção da ABRP. Este retrocesso é maior no caso das Ciências Físico-Químicas, na medida em que estas reconhecem apenas aprendizagens conceituais passíveis de serem alcançadas através de ensino centrado no professor, do que no caso das Ciências Naturais, que preveem, por exemplo, a discussão de alguns assuntos e a proposta de algumas medidas por parte dos alunos, objetivos que poderão ser alcançados

através de ensino orientado para a ABRP.

No caso da análise de manuais escolares, foi desenvolvida uma grelha de análise de questões incluídas em manuais escolares (Leite et al, 2012a) que foi, total ou parcialmente, aplicada a temas abordados em manuais de CFN, 3º ciclo do EB. Com base nos estudos realizados (Dourado & Leite, 2010; Leite, Dourado & Morgado, 2011; Pedrosa & Godinho, 2010; Vasconcelos et al, 2011) constatou-se que, apesar de alguns manuais incluírem um número considerável de questões para apresentação *de*, introdução *a* temas e para desenvolvimento dos mesmos, há diferenças entre os manuais de CFQ e de CN no modo e número de questões que usam para estes fins, sendo que alguns manuais escolares não usam questões, e que os que as usam recorrem a questões de baixo nível cognitivo, sendo esporádicas as questões de RP, bem como a contextualização das questões no dia-a-dia dos alunos. Conclui-se, portanto, que o questionamento usado para apresentação e desenvolvimento dos temas tem, só por si, pouca probabilidade de fomentar o desenvolvimento de competências de RP.

A análise dos WebQuests disponíveis em *websites* de escolas e universidades, relativos a temas curriculares do EB, pressupôs o desenvolvimento de uma grelha de análise (Leite, Dourado & Morgado, no prelo) e a análise das WebQuests identificadas, a fim de averiguar se eram, ou não, compatíveis com a sua natureza de atividades de RP. Constatou-se (Leite, Dourado & Morgado, 2012; Leite, Dourado & Gomes, 2012; Leite, Gomes & Morgado, 2012; Leite, Dourado & Morgado, no prelo) que esses documentos continham tarefas de baixo nível cognitivo, por vezes pouco claras, e solicitavam produtos cognitivamente pouco exigentes e também pouco criativos. Acresce que as diversas partes de uma WebQuest nem sempre eram consistentes entre si, o que constituía um fator adicional capaz de colocar em causa o valor educativo desses recursos didáticos. Assim, de um modo geral, para poderem vir a cumprir a função de atividades de RP, as WebQuests disponíveis em websites de escolas e universidades precisariam ser bastante melhoradas.

No que concerne ao contexto informal, a atenção centrou-se em Centros de Ciências que disponibilizam módulos interativos. Constata-se que este tipo de módulos suscitam, a estudantes de 3º ciclo, questões de nível cognitivo baixo (Lourenço & Afonso, 2012; Rodrigues, 2012), pouco consistentes com as exigências da ABRP, e que os materiais de apoio nem sempre usam um tipo de questionamento capaz de promover o envolvimento dos alunos com o módulo (Lourenço & Afonso, 2012). Quando as interações entre alunos são mediadas por um adulto, o número de questões formuladas pelos alunos cerca dos módulos aumenta mas o mesmo não acontece com o nível dessas questões (Rodrigues, 2012). Contudo,

os monitores experientes acreditam que, utilizando estratégias diversificadas, baseadas em questionamento aberto e criativo e/ou partindo de contextos problemáticos, podem promover a aprendizagem dos alunos a partir dos módulos interativos e, assim, desenvolver raciocínios relevantes para a RP (Lourenço & Afonso, 2012).

Em síntese, no âmbito da tarefa referente à análise de materiais didáticos, foram produzidos e publicados instrumentos de análise que podem ser usados em investigação e em formação de professores, e foi produzido conhecimento que permite afirmar que não havia um alinhamento entre os documentos reguladores do ensino das ciências e os materiais didáticos que os deveriam apoiar, sendo estes últimos menos compatíveis com o ensino orientado para a ABRP do que aqueles. Este desfasamento, aliado à falta de domínio que os professores têm do EOABRP aumenta a probabilidade de os alunos não receberem a formação científica adequada e necessária para exercerem uma cidadania ativa, fundamentada e responsável.

#### ***4.2 Formação de professores para implementação de ensino orientado para a ABRP***

O EOABRP é uma abordagem pedagógico-didática inovadora, pelo menos na Educação em Ciências, que requer grandes mudanças em termos de papéis a desempenhar pelos intervenientes na sala de aula, designadamente pelo professor (Azer, 2008; Lambros, 2002; Leite & Esteves, 2012). Além disso, os professores em serviço não têm formação em EOABRP, uma vez que, apesar de esta abordagem ter começado a ser integrada na formação inicial de professores, em Portugal, há cerca de dez anos (Esteves & Leite, 2005; Leite & Esteves, 2005), a maior parte dos professores formados nesta última década não estão a exercer atividade docente. Embora haja evidências de que professores de outros países apresentam uma atitude positiva face ao EOABRP (Dahlgren, Castensson & Dahlgren, 1998; Pepper, 2008), o facto de este tipo de ensino ser centrado nos alunos faz com que se sintam inseguros quanto às aprendizagens que estes realizam.

Assim, se se pretender que os professores em exercício de funções usem esta metodologia é necessário organizar formação de professores em serviço, a fim de que eles aprendam a implementar o EOABRP nas suas aulas. Para facilitar a transposição didática, essa formação deve: integrar as componentes teóricas e práticas, a fim de facilitar a transposição para a sala de aulas; ser adequada ao contexto de trabalho dos professores, pois importa ajudá-los a perceber como a metodologia pode ser implementado no contexto em que trabalham; e envolver grupos de professores de uma mesma escola, para que possam apoiar-se mutuamente, quer em termos emocionais quer em termos de gestão do currículo e de forma de

integrar os temas curriculares. Na verdade, a formação em grupos parece importante para viabilizar a implementação desta metodologia de ensino que, para ser mais proveitosa, requer mudanças na forma de conceber o currículo e os tempos letivos e que, por isso, é mais fácil de implementar em currículos baseados em problemas do que em currículos baseados em conceitos, como é o caso do português.

Neste projeto fez-se formação de professores de Ciências Físicas e Naturais (CFN) e de Geografia para que, de seguida, usassem o EOABRP nas suas aulas. Essa formação teve diferentes durações e estruturas, incluindo um curso de formação acreditado pelo Conselho Científico Pedagógico de Formação Contínua (CCPFC/ACC-62548/10), com a duração de 25h e que teve duas edições, workshops (Pedrosa, Ferreira & Simões, 2012) e reuniões de trabalho informais. Para além de facultar formação, o curso de formação teve também o objetivo de investigar qual o efeito de uma ação de formação sobre EOABRP nas conceções, representações das práticas e perspetivas de 33 professores de 10 escolas acerca do EOABRP, imediatamente após a ação de formação e após a implementação de EOABRP nas respetivas aulas (que se seguiu à ação). Constatou-se (Morgado, 2013) que as ideias dos professores acerca do EOABRP evoluíram de antes para pós a formação, sendo que a maioria dos professores passou a referir que, no EOABRP, o aluno está no centro do processo de ensino e de aprendizagem e é o responsável pela construção dessas aprendizagens. Contudo, continuavam a percecionar vários fatores como dificultadores da implementação do EOABRP. Entre eles contam-se: a elevada extensão dos programas; a existência de avaliação externa; e a natureza das temáticas a abordar (Leite et al, 2013). No entanto, muitos dos professores que implementaram EOABRP gostaram de experimentar a nova metodologia de ensino, bem como de trabalhar transdisciplinarmente e ficaram surpreendidos com o elevado envolvimento dos alunos nas atividades de aprendizagem, apesar de eles terem evidenciado dificuldades na pesquisa e seleção de informação. Na verdade, alguns professores afirmaram mesmo que os alunos fracos reagiram melhor ao EOABRP do que os bons alunos (Morgado, 2013) e que a abordagem interdisciplinar (na prática foi transdisciplinar) contribuiu positivamente para as aprendizagens e para a integração de conhecimentos pelos alunos (Leite et al, 2012b; Morgado, 2013). Contudo, e dado que nem alunos nem professores tinham familiaridade em EOABRP, reconhecem que tiveram dificuldades na implementação do EOABRP, após a formação, e afirmaram que, para porem em prática esta metodologia, os professores precisam de apoio após a formação (Morgado, 2013). Alguns deles estariam mesmo interessados em frequentar um outro curso, de modo a aprofundarem os seus

conhecimentos sobre o EOABRP (Leite, Dourado & Morgado, 2013a; Morgado, 2013).

Em síntese, pode afirmar-se que o curso de formação, além de preparar os professores para uma outra tarefa do projeto e de permitir o desenvolvimento e validação de materiais e estratégias de formação, ajudou os professores a ganhar coragem para experimentarem a metodologia de EOABRP mas revelou que uma ação de tipo oficina de formação teria sido mais adequada, pois teria permitido aos professores/formandos ir pondo em prática os ensinamentos veiculados durante a formação, de um modo acompanhado.

#### ***4.3 O ensino das Ciências e da Geografia orientado para a ABRP***

O EOABRP tem sido usado, desde há muito tempo, no ensino superior, na área das ciências da saúde, com resultados bastante favoráveis (Camp, 1996). Contudo, a questão que se colocava era em que medida ele funcionaria com alunos mais jovens e na área das ciências, pois há quem argumente que eles não conseguem resolver problemas. Assim, era preciso averiguar se os alunos conseguem resolver problemas e se conseguem aprender ciências resolvendo problemas. Uma vez que no currículo em vigor havia temas comuns a CFN e Geografia, no sentido de melhor aproveitar o tempo e fomentar aprendizagens integradoras, pareceu fazer sentido envolver, não só as disciplinas de Ciências Naturais (CN) e de Ciências Físico-Químicas (CFQ), inicialmente previstas no projeto, mas também a de Geografia.

No que respeita à possibilidade de estudantes jovens poderem resolver problemas, um estudo realizado no âmbito deste projeto (Silva, Leite & Bacelar, ver nestas atas) sugere que alunos de 7º ano, evidenciam algumas competências de RP relacionados com assuntos do dia-a-dia, que têm fundamento científico ou tecnológico, mas evidenciam um maior número dessas competências quando são confrontados com enunciados que envolvem assuntos que não lhes são demasiado familiares, talvez por serem obrigados a pensar mais sobre o problema, antes de chegarem a uma solução para o mesmo. No entanto, em ambientes informais, designadamente em centros de ciência, constata-se que os alunos de 3º ciclo se envolvem pouco com os problemas que lhes são apresentados, quer no âmbito de visitas livres (Rodrigues, 2012) quer no âmbito de visitas guiadas (Afonso, Rodrigues & Lourenço, ver nestas atas), podendo essa falta de envolvimento dever-se, entre outros, ao facto de os problemas não lhes interessarem, por não terem sido formulados por eles.

Assim, e assumindo que alunos de qualquer idade são capazes de resolver problemas desde que os considerem relevantes e que o obstáculo que eles comportam seja adequado ao seu desenvolvimento cognitivo, neste projeto pretendia-se avaliar em que medida o ensino das



Ciências orientado para a ABRP é, ou não, mais eficaz em termos de resultados de aprendizagem dos alunos do que outras formas de ensino, comparar diversas formas de implementação de EOABRP e, ainda, indagar as reações que o EOABRP despoleta nos alunos. Uma vez que há vários temas comuns às CFN e à Geografia, e que alguns professores de Geografia participaram na formação referida na secção anterior, acabou por se trabalhar com as três disciplinas, embora, por vezes agrupadas duas a duas, por questões relacionadas com a partilha de turmas prevista no horário dos professores.

Como se sabe, diferentes tipos de cenários originam diferentes reações em termos curiosidade e de questões formuladas por parte dos alunos (Dalhgren & Oberg, 2001; Leite, Loureiro & Oliveira, 2010). Uma vez que se adotou a conceção de EOABRP baseado em cenários, descrita por Leite & Afonso (2001), era importante que os alunos formassem questões sobre contextos problemáticos ou cenários que lhes são apresentados, por essas questões deverem ser o ponto de partida para a aprendizagem. Assim, as questões formuladas por alunos do ensino regular (Torres, Preto & Vasconcelos, 2013; Torres et al, 2012) e de cursos profissionais (Azevedo & Leite, 2012), a partir de alguns dos cenários produzidos, para efeitos de implementação de EOABRP, foram analisadas e classificadas entre outros, quanto ao seu nível cognitivo. Constatou-se que todos os tipos de cenários utilizados originaram diversos tipos de questões, embora as enciclopédicas predominassem sobre as outras. No entanto, o conteúdo em que incidem as questões parece depender da formação na temática em causa e do curso (profissional ou não) que os alunos frequentam (Azevedo & Leite, 2012). Em qualquer dos estudos, entre os conjuntos de as questões formuladas, identificaram-se questões adequadas para serem trabalhadas numa perspetiva de EOABRP.

No que respeita à eficácia do EOABRP em termos de aprendizagem, foram feitos diversos estudos, ao nível do 3º ciclo do EB, em que se comparou os resultados de: EOABRP organizado numa base disciplinar com os de EOABRP organizado numa base transdisciplinar, nuns casos considerando temas de CN e de CFQ e, em outros casos, considerando temas de uma destas disciplinas e de Geografia; EOABRP disciplinar (CN e Geografia) com os resultados de ensino habitual do mesmo tema, nas mesmas disciplinas. Para estes estudos, os investigadores trabalharam em conjunto com os professores, em função das solicitações destes, desenvolvendo materiais didáticos (designadamente cenários) e provas de avaliação de conhecimentos e questionários de opinião, destinados a professores e alunos.

Os professores envolvidos nestes estudos eram principiantes nesta abordagem, pelo que os resultados obtidos podem ter sido afetados pelas dúvidas que apresentavam quanto à

possibilidade de usar problemas como ponto de partida para a aprendizagem (Morgado & Leite, no prelo) e por essa falta de experiência, reconhecida pelos próprios professores (Leite et al, 2013; Morgado, 2013). Acresce que o modo como alguns recursos didáticos, centrais no ensino das ciências, são usados precisaria ser repensado para serem adequadamente integrados no EOABRP (Dourado & Leite, no prelo; Leite & Dourado, no prelo). Isso requer tempo, experimentação e avaliação. No entanto, embora os resultados de algumas dessas comparações não sejam claramente favoráveis ao EOABRP, como aconteceu na comparação entre EOABRP e ensino habitual do tema ‘Transportes, segurança e qualidade de vida’ (Leite, Dourado & Morgado, 2013b), em outros casos (textos ainda em preparação), constatou-se que o ensino transdisciplinar originou melhores resultados que o ensino disciplinar.

Contudo, mais importantes do que os resultados de aprendizagem, são os resultados relativos ao envolvimento dos alunos na aprendizagem. Apesar das inseguranças que confessaram sentir quanto à realização, ou não, de aprendizagem pelos alunos (Leite et al, 2013), os professores constataram que os alunos mais fracos e pertencentes a turmas heterogêneas reagiram melhor ao EOABRP do que os alunos considerados bons (Morgado, 2013). Segundo os professores, esta reação deve-se ao facto de, no EOABRP, os alunos serem submetidos a um tipo de trabalho diferente que permite a realização de tarefas que os alunos mais fracos consideram interessantes e que lhes permitem mostrar que são capazes de fazer algo. Os considerados bons alunos reagiram bem quando integrados numa turma homogênea e boa, onde a competição os terá levado a empenharem-se em atividades diferentes porque não podiam ficar atrás dos colegas (Morgado, 2013). Além disso, os alunos evidenciaram opiniões favoráveis ao EOABRP, por considerarem, não só que contribui para o desenvolvimento de competências de RP e de aprendizagem de conceitos, mas também que é mais motivador e que desenvolve competências de comunicação e de relacionamento interpessoal (Dourado et al, 2013) que outras metodologias dificilmente desenvolveriam.

Em síntese, a apesar de faltar analisar muitos dados, desta tarefa resultaram materiais didáticos e instrumentos de recolha de dados que podem ser usados em outros estudos, bem como informações relevantes sobre reações de professores e alunos, em escolas reais, a esta metodologia de ensino. Obteve-se também evidências de que os professores de diversas disciplinas conseguem trabalhar e reconhecem vantagens em trabalhar conjuntamente, o que é muito importante para o sucesso da implementação de uma nova metodologia de ensino.

#### ***4.4 A Educação Ambiental e a ABRP***

A Educação Ambiental é uma área por excelência onde é fácil identificar problemas reais e multidisciplinares, que são significativos para os alunos, embora a sua dimensão espacio-temporal seja difícil de conciliar com o tempo de uma aula (Ravirrosa & Perales, 2006). Na verdade, são vários os problemas ambientais com que os alunos contactam e para os quais estão sensibilizados (Perales, 2010). A qualidade da água, os resíduos sólidos urbanos, a qualidade do ar, os incêndios, a chuva ácida, a produção de energia são exemplos desse tipo de problemas. Muitos deles podem ser analisados ou resolvidos pelos próprios alunos, de modo a efetuarem aprendizagens procedimentais e conceituais que, de outra forma, seriam menos contextualizadas e, por isso, menos relevantes e menos úteis para sua formação científica, enquanto cidadãos. Nesta tarefa pretendia-se avaliar a eficácia do EOABRP na promoção da Educação Ambiental de alunos do Ensino Básico, abordando alguns temas, fora ou parcialmente fora da sala de aula, uma vez que, como se mostra em Dourado & Leite (no prelo), alguns tipos de atividades de campo promovem o desenvolvimento de competências de RP nos alunos. Neste contexto, e a título de exemplo, refira-se que a educação energética com vista à gestão sustentável de recursos é um dos temas, não só passível de ser abordado segundo o EOABRP, mas também capaz de permitir o desenvolvimento de diversas competências de RP, relevantes para o exercício de uma cidadania ativa e responsável (João, Pedrosa & Henriques, 2012), e para a promoção da interação entre as ciências, a tecnologia, a sociedade e o ambiente (Pedrosa, João & Henriques, 2012), bem como para o desenvolvimento da literacia científica dos cidadãos (João, Afonso & Pedrosa, 2013). Acresce que essa abordagem pode recorrer a algumas atividades de campo, que permitam ao aluno, por exemplo, investigar como se transforma, como se usa e como se economiza energia ou a água ou como se pode prevenir os incêndios.

Contudo, estudos de tipo quasi-experimental, centrados na educação ambiental, evidenciam diferentes eficácias em diferentes tipos de conhecimentos. Assim, quando se comparou o efeito do EOABRP com o ensino tradicional (Vasconcelos et al, 2012), em Geologia, constatou-se que os alunos do grupo experimental ganharam mais do que os do grupo de controle ao nível do raciocínio e de conhecimentos procedimentais, não se tendo obtido diferenças assinaláveis ao nível dos conhecimentos conceituais. Por outro lado, quando se comparou a evolução de um grupo que estudou assuntos de CN com base em EOABRP e outro que os estudou com base numa metodologia expositiva, não se obteve diferenças

significativas entre os ganhos conceituais das duas turmas, embora os resultados tenham sido mais favoráveis ao grupo que usou EOABRP (Vasconcelos & Torres, no prelo).

Em síntese, constatou-se que, apesar de, ao nível procedimental, o EOABRP ter sido benéfico para os alunos, o mesmo não se pode afirmar, com segurança, ao nível concetual, pelo que mais investigação, com professores, devidamente formados em EOABRP, parece ser necessária. Os materiais didáticos e de investigação desenvolvidos no âmbito desta tarefa serão certamente úteis para essa futura investigação.

#### ***4.5 A Aprendizagem das Ciências Baseada na Resolução de Problemas online***

O Ensino Orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas *online* (EOABRP *online*) é uma metodologia de ensino centrada no aluno, em que este aprende conhecimentos novos (para ele) resolvendo problemas, normalmente em grupo mas interagindo com os colegas através da Internet, com mediação do professor (Portimojärvi & Donnelly, 2011; Savin-Baden, 2007). Apesar de assentar nos mesmos princípios que a ABRP presencial, o EOABRP *online* exige dos alunos maior envolvimento nas atividades, maior autonomia face ao professor e maior capacidade de iniciativa e de reflexão (Savin-Baden, 2007). Por esta razão pretendia-se averiguar a eficácia deste tipo de ensino, bem como as reações dos alunos ao mesmo.

A opinião dos alunos face ao EOABRP *online* e o seu envolvimento nesta metodologia podem ser influenciados pelas características pessoais dos alunos, nomeadamente pelo seu estilo de aprendizagem preferido. Um estudo realizado com alunos de 7º ano (Leibovitz, Leite & Nunes, 2013) sugere que os alunos apresentam uma opinião favorável ao contributo do EOABRP *online* para o desenvolvimento de competências relevantes para aprender a aprender e para aprender a resolver problemas. Esta opinião é ligeiramente mais favorável no grupo de alunos considerados mais empenhados. Por outro lado, e ao contrário do que seria de esperar com base em Leite, Dourado & Esteves (2011), não se verificou a existência de uma relação entre os estilos de aprendizagem dos alunos (definidos por Alonso, Gallego e Honey, em 1997) e as suas opiniões acerca do ensino das ciências orientado para a ABRP *online*. Este resultado, aliado às opiniões favoráveis dos alunos, pode significar que o EOABRP *online* é adequado para todos os alunos, qualquer que seja o seu estilo de aprendizagem, pelo que os professores podem e devem usá-lo nas suas disciplinas. Contudo, importa saber a que resultados de aprendizagem, em termos de desenvolvimento de competências concetuais e de

RP, ele conduz. Investigação em curso, sugere que alunos considerados pelos professores como sendo mais empenhados obtêm melhores resultados nestas competências do que os colegas menos empenhados. Esta diferença que, a verificar-se, contraria o que se constatou com o EOABRP presencial, pode estar relacionada com as exigências, em termos de autonomia na aprendizagem, que o EOABRP *online* apresenta aos alunos, sendo que os menos empenhados podem não ter conseguido motivar-se e/ou organizar-se para realizarem, com proveito educativo, as tarefas que lhes foram atribuídas. No entanto, e apesar dos esforços iniciais para colmatar eventuais deficiências de formação, pode acontecer que alguns alunos não se sentissem suficientemente confortáveis com as Tecnologias de Informação e Comunicação, incluindo com a plataforma de *e-learning* utilizada e, por isso, reagissem menos bem ao EOABR *online*.

Em síntese, apesar de o EOABRP *online* parecer provocar reações favoráveis nos alunos, qualquer que seja o seu estilo de aprendizagem, é necessário continuar a investigação no sentido de averiguar o modo como alunos com diferentes níveis de empenho se comportam durante a sua realização e de compreender as causas dos resultados de aprendizagem alcançados. Os dados que falta analisar darão certamente um contributo impronta-te para isso.

## **5. Balanço geral**

O Projeto Educação em Ciências para a Cidadania através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, ao longo dos seus três anos, centrou-se nos diversos intervenientes nos processos de ensino e a aprendizagem: documentos reguladores e materiais didáticos, professores e estudantes. Centrou-se também em diferentes contextos: contexto formal, incluindo a sala de aulas e o campo; e contexto informal, incluindo Centros de Ciências.

Foram analisados e publicados muitos dados mas há alguns ainda para analisar e divulgar, designadamente os relativos às aprendizagens dos alunos em sala de aula ou em ambiente *online*, na sequência de ensino transdisciplinar ou disciplinar realizado por professores formados no âmbito deste projeto, com a colaboração de membros da equipa de investigação.

No final do projeto, e fazendo uma análise do que se pretendia fazer e do que se fez, constata-se que as tarefas e os objetivos foram cumpridos mas tem-se a certeza de que o assunto não se esgotou. Na verdade, permanecem em aberto questões tais como: O que retiveram os professores que participaram no projeto? Que influência teve essa participação nas suas práticas, individuais e grupais? Como se comportam alunos que foram submetidos a

EOABRP no âmbito do projeto em futuras intervenções deste tipo? A médio prazo, o EOABRP produzirá mais ou menos retenção de conhecimentos do que o ensino tradicional? E deixará ou não marcas positivas ao nível das competências de aprender a aprender? Valerá a pena optar por abordagens transdisciplinares, do ponto de vista da educação científica dos alunos? E qual será mais propiciador da retenção: o EOABRP presencial ou o EOABRP *online*? Que consequências tem cada um destes tipos de abordagem didática, ao nível da educação para a cidadania?

Assim, e apesar de o projeto ter contado com a colaboração de diversas escolas do norte e do centro do país, que criaram todas as condições possíveis para a realização da investigação que se pretendia levar a cabo, muitas questões ficaram por responder. Oxalá haja condições para alguns membros da equipa de investigação ou outros investigadores continuarem este trabalho que está ainda no início mas que será relevante para avaliar uma nova e promissora forma de fazer educação em ciências no século XXI.

**Agradecimentos:** O Projeto Educação em Ciências para a Cidadania através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (PTDC/CPE-CED/108197/2008) foi financiado pela FCT no âmbito do Programa Operacional Temático Fatores de Competitividade (COMPETE) do quadro Comunitário de Apoio III e participado pelo Fundo Comunitário Europeu (FEDER). O nosso obrigado, também, à consultora do projeto, Professora Ann Lambros, bem como às Escolas, aos professores e aos estudantes que nele participaram e que, assim, tornaram possível a sua concretização.

## 6. Referências bibliográficas

- Abrandt, M., Castensson, R. & Dahlgren, L. (1998) PBL from the teacher's perspective. Conceptions of the tutor's role within problem based learning. *Higher Education*, 41, 263-282.
- Acevedo-Díaz, J. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía, *Revista Eureka*, 1(1), 3-16.
- Alonso, C., Gallego, D. & Honey, P. (1997). *Los estilos de aprendizaje: procedimientos de diagnóstico y mejora*. Bilbao: Mensajero.
- Azer, S. (2008). *Navigating problem-based learning*. Elsevier: Churchill Livingstone.
- Azevedo, A. & Leite, L. (2012). Chernobyl na TV um quarto de século mais tarde: questões suscitadas a estudantes portugueses. *Comunicação em poster apresentada na 18ª conferencia Nacional de Física*. Aveiro.
- Boud, D. & Feletti, G. (1997). Changing problem-based learning. In Boud, D. & Feletti, G. (Eds). *The challenge of problem based learning* (pp. 1-14). Londres: Kogan page.
- Camp, G. (1996). Problem-Based Learning: a paradigm shift or a passing fad? *Medical Education Online*, 1(2), 1-6.
- Costa, C. (2012). Interdisciplinaridade: das concepções às representações de práticas de professores de Ciências. In S. Castellar & G. Munhoz (Org.). *Conhecimentos escolares e caminhos metodológicos* (pp. 101-120). São Paulo: Xamã VM Editora e Gráfica Ltda.
- Dahlgren, M. & Oberg, G. (2001). Questioning to learn and learning to question: Structure and

- function of PBL scenarios in environmental science education. *Higher Education*, 41, 263-282.
- Dillon, J. (2009) On scientific literacy and curriculum reform. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(3), 201-213
- Dodge, B. (2002). *WebQuest taskonomy: a taxonomy of tasks*. Disponível em: <http://webquest.sdsu.edu/taskonomy.html> (acedido 27/07/2013).
- Dourado & Leite (no prelo). Field activities, science education and problem-solving. *Procedia - Social and Behavioral Sciences: Springer: Dordrecht*.
- Dourado, L. & Leite, L. (2010). Questionamento em manuais escolares de Ciências: Que contributos para a aprendizagem baseada na resolução de problemas da “sustentabilidade na Terra”. In E. Canalejas Couceiro, & C. García Rodríguez (Coords.). *Boletín das Ciencias – XXIII Congreso de ENCIGA*. A Coruña: ENCIGA (Ensinantes de Ciencias de Galicia).
- Dourado, L., Leite, L. & Morgado, S., Pinto, E. & Silva, M. (2012). Opiniões de alunos acerca da aprendizagem baseada na resolução de problemas: um estudo centrado na abordagem transdisciplinar do tema recursos naturais e alterações climáticas. In B. Silva et al (Org.), *Atas XII Congresso Galego-Português de Psicopedagogia* (pp.4508-4521). Braga: Universidade do Minho.
- Esteves, E. & Leite, L. (2005). Learning how to use the laboratory through problem based learning: A pilot study in an undergraduate physical sciences teacher education programme. In *Proceedings of the ATEE Conference*. Amesterdão: Universidade Livre de Amesterdão. Disponível em: <http://www.atee2005.nl/search/paperworks.php?contrid=121> (acedido 27/07/2013).
- Galvão, C., Reis, P. & Freire, S. (2011). A discussão de controvérsias sociocientíficas na formação de professores. *Ciência & Educação*, 17(3), 505-522.
- Hmelo-Silver, C. (2004). Problem-based learning: what and how do students learn?, *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266.
- Hodson, D. (1988). Experiments in science and science teaching. *Educational Philosophy and Theory*, 20(2), 53-66.
- Jesus-Leibovitz, L., Leite, L. & Nunes, M. (2013). A Aprendizagem das ciências Baseada na Resolução de Problemas online: Comparação entre estilos aprendizagem e opiniões de alunos do 7º ano. In B. Silva et al (Org.), *Atas XII Congresso Galego-Português de Psicopedagogia* (pp.XXXX). Braga: Universidade do Minho.
- João, P., Afonso, C. & Pedrosa, M. (2013). Aprendizagem Baseada em Resolução de Problemas e Literacia Científica. *Atas do I Seminário Internacional Pensamento Crítico na Educação*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- João, P., Pedrosa, M. & Henriques, M. (2012). Problemas de desenvolvimento sustentável, educação científica e Aprendizagem Baseada em Problemas. In *Atas do VII Seminário Ibérico / III Seminário Ibero-americano CTS no ensino das Ciências Ciência, Tecnologia e Sociedade no futuro do ensino das ciências*. Madrid.
- Lambros, A. (2002). *Problem-based learning in K-8 classrooms*. Thousand Oaks: Corwin Press.
- Lambros, A. (2004). *Problem-based learning in middle and high school classrooms*. Thousand Oaks: Corwin Press.
- Laugksch, R. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84(1), 71-94.
- Leite & Dourado (no prelo). Laboratory activities, science education and problem-solving skills. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. Dordrecht.
- Leite, L. & Afonso, A. (2001). Aprendizagem baseada na Resolução de Problemas. Características, organização e supervisão. *Boletín das Ciências*, 48, 253-260.
- Leite, L. & Esteves, E. (2005). Ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas na licenciatura em ensino de Física e Química. In B. Silva & L. Almeida (Org.), *Actas do Congresso Galego-Português de Psicopedagogia* (pp.1752-1768). Braga: Universidade do Minho.
- Leite, L. & Esteves, E. (2009). Teamwork and PBL-Based Teacher Education: A Study on Prospective Science Teachers' Opinions. In J. Moran (Ed.), *Outsourcing, Team Work and Business Management*. Nova Iorque: Nova Science Publishers, 101-116.

- Leite, L. & Esteves, E. (2012). Da integração dos alunos à diferenciação do ensino: o papel da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas. In S. Castellar & G. Munhoz (Org.). *Conhecimentos escolares e caminhos metodológicos* (pp. 137-152). São Paulo: Xamã VM Editora e Gráfica Ltda.
- Leite, L. Costa, C. & Leme, J. (2007). Energia e educação em Ciências para a cidadania: dos interesses dos alunos às temáticas abordadas por manuais escolares. Em *atas do Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia* [CD-ROM]. Corunha: Universidade da Coruña.
- Leite, L. et al (2012a). Questionamento em manuais escolares de Ciências: desenvolvimento e validação de uma grelha de análise. *Educar em Revista*, 44, 127-143.
- Leite, L. et al (2013b). Ensino orientado para Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: perspectivas de professores de Ciências e Geografia. *Journal of Science Education*, 14, 28-32.
- Leite, L. et al. (2012b). O ensino de Transformação de Matéria e de Energia através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: opiniões de alunos e professores sobre a sua contribuição para a concretização da perspetiva CTS, In *Atas do VII Seminário Ibérico / III Seminário Ibero-americano CTS no ensino das Ciências*. Madrid.
- Leite, L., Dourado, L. & Esteves, E. (2011). Relationships between students' reactions towards Problem Based-Learning and their Learning Styles. In G. Mészáros. & I. Falus (Eds). *ATEE 2010 Annual Conference Proceeding*: (pp.248-261). Bruxelas: ATEE.
- Leite, L., Dourado, L. & Gomes, A. (2012). As WebQuests e a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: Um estudo centrado no tema Som e Luz. In J. Domínguez Castiñeiras (Ed.), *Atas do Congresso XXV Encuentro de Didactica de las Ciencias Experimentales* (pp. 439-446). Santiago de Compostela: Universidade Santiago de Compostela.
- Leite, L., Dourado, L. & Morgado, S. (2011). Science Textbooks as Questioning and Problem-Based Teaching and Learning Promoters: Change or Continuity?, In M. A. Flores et al (Org.), *Proceedings of the 15th Biannual of the ISATT, Back to the future: legacies, continuities and changes in educational policy, and practice and research* (pp. 1190-1198). Braga: Universidade do Minho, CD-ROM.
- Leite, L., Dourado, L. & Morgado, S. (2012). Sustainability on Earth WebQuests as Problem Based Activities: Can Physical Sciences Teachers Rely on Them? In J. Žogla & L. Rutka (Eds.), *Proceedings of the 36TH Annual Conference of the Association for Teacher Education in Europe* (pp. 384-394). Bruxelas: ATEE.
- Leite, L., Dourado, L. & Morgado, S. (2013, Agosto). Learning about Safety, Prevention and Quality of Life through PBL: Implications for teacher education. *Comunicação apresentada no 38<sup>TH</sup> Annual Conference of the Association for Teacher Education in Europe*, Norway.
- Leite, L., Dourado, L. & Morgado, S. (2013a). Teacher education for problem-based learning: evaluation of an in-service short course targeted to Science and Geography school teachers. In E. et al (Eds.), *Proceedings of the 37TH Annual Conference of the Association for Teacher Education in Europe* (pp. 205-214). Bruxelas: ATEE.
- Leite, L., Dourado, L. & Morgado, S. (no prelo). Sustainability on earth" webquests: do they qualify as problem-based learning activities?. *Research Science Education*.
- Leite, L., Gomes, A. & Morgado, S. (2013). WebQuests sobre a Mudança Global: uma análise à luz dos princípios da ABRP. In P. Membiela, N. Casado e M.<sup>a</sup> Cebreiros (Eds), *Experiencias de investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias* (pp. 303-307). Retos y perspectivas de la docencia universitaria: Educación Editora.
- Leite, L., Loureiro, I. & Oliveira, P. (2010). Putting PBL into practice: powers and limitations of different types of scenarios. In R. Nata (Ed) *Progress in Education*, volume 18 (pp. 139-157). Nova Iorque: Nova Science Publishers, Inc.
- Lourenço, P. & Afonso, A. (2012). Promover o questionamento durante as visitas de estudo a centros interativos de Ciências: o que dizem os monitores experientes? *Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 5(3), 3-23.
- Martins, I. (2011). Ciência e Cidadania: perspectivas de Educação em Ciência. In Leite et al. (2011) *Actas do XIV Encontro Nacional de Educação em Ciências* (pp. 21-31). Braga: Universidade do



Minho.

Morgado, S. & Leite, L. (no prelo). Science and Geography teachers' conceptions regarding Problem-Based Learning related concepts. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. Springer: Dordrecht.

Morgado, S. & Leite, L. (2011). Os problemas no ensino e na aprendizagem das Ciências: perspetivas dos documentos oficiais. In A. Lozano et al (Org.), *Actas XI Congresso Galego-Português de Psicopedagogia* (pp.1323-1334). Corunha: Universidade da Corunha.

Morgado, S. (2013). *Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: um estudo centrado na formação continua de professores de Ciências e de Geografia*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho, Braga.

Neto, A. (1998). *Resolução de problemas em Física: conceitos, processo e novas aprendizagens*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.

Pedrosa, M. & Godinho, C. (2010). Aprendizagem Baseada em Problemas e questões em manuais escolares de Física e Química para o 7º ano de escolaridade. *Proceedings of the XXIII ENCIGA Conference* (Cd-Rom). Náron (Spain): Enciga.

Pedrosa, M., Ferreira, A. & Simões, O. (2012). Problemas Glocais, Ensino de Ciências e Caminhos de Sustentabilidade: Enfoques de Química. *Actas del VII Seminario Ibérico/III Seminario Iberoamericano CTS no ensino das Ciências*. Madrid.

Pedrosa, M., João, P. & Henriques, M. (2012). Problemas de Desenvolvimento Sustentável, Educação Científica e Aprendizagem Baseada em Problemas. *Atas do VII Seminario Ibérico/III Seminario Iberoamericano CTS en la enseñanza de las Ciencias*. Madrid.

Pepper, C. (2008). Implementing problem based learning in a science faculty. *Issues in Educational Research*, 18(1), 60-72.

Perales, F. (2010). Cambios en la percepción ambiental de los futuros maestros de Educación Primaria. *Atas do CiDd: Congrès Internacionale de Didactiques*. 8 pag.

Portimojärvi, T., & Donnelly, R. (2011). A PBL Response to the Digital Native Dilemma. In T. Barrett, & S. Moore, *New Approaches to Problem-Based Learning* (pp. 239-251). Nova Iorque (USA): Routledge.

Ravirosa, A. & Perales, F. (2006). La resolución de problemas ambientales en la escuela y en la formación inicial de maestros. *Revista Iberoamericana de Educación*, 40, 111-124.

Reiss, M. (2006). Towards a more authentic science curriculum: The contribution of out-of-school learning. *International Journal of Science Education*, 28 (12), 1373-1388

Rodrigues, F. (2012). *As visitas de estudo a um museu de ciência e as questões dos alunos no tema ótica*. Dissertação de mestrado, Universidade do Minho.

Savin-Baden, M. & Major, C. (2004). *Foundations of problem-based learning*. Maidenhead: Open University Press.

Savin-Baden, M. (2007). *A Practical guide to Problem-Based Learning online*. Nova Iorque (USA): Routledge.

Torres, J. & Vasconcelos, C. (2013). Avaliação do currículo português de ciências físicas e naturais: o que pensam os professores?. *Journal of Science Education, Special Issue*, 14, 12-16.

Torres, J. et al (2012). Cuestionamento a partir de escenarios de problematización. In *Comunicacions del XVII Simposio sobre Enseñanza de la Geología* (pp. 243-250). Huelva: Universidade de Huelva.

Torres, J., Preto, C. & Vasconcelos, C. (2013). Problem-based Learning environmental scenarios: an analysis of Science students and teachers questioning. *Journal Science of Education*, 14(2), 71-74.

Vasconcelos, C. & Torres, J. (no prelo). Problem-Based and Lecture-Based learning: a quasi-experimental study with natural sciences students. *Proceedings da ESERA 2013*, Nicosia (Chipre).

Vasconcelos, C. (2012). Questionar, investigar e resolver problemas: reconstruindo cenários geológicos, *Investigações em Ensino de Ciências*, 17(3), 709-720.

Wellington, J. (2003). Science Education for citizenship and a sustainable Future. *Pastoral Care in Education*, 21(3), 13-18.

## **COMUNICAÇÕES EM POSTER**

## **A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas e a formulação de questões a partir de cenários disciplinares e transdisciplinares: um estudo centrado nas Ciências e na Geografia**

**Cíntia Costa**

*Bolseira de doutoramento da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (SFRH/BD/39269/2007), Instituto de Educação da Universidade do Minho, Braga*

### **Resumo**

Qualquer cidadão é confrontado, diretamente ou indiretamente, com inúmeros problemas globais relacionados com questões sociais, científicas, tecnológicas, económicas e/ou políticas. Em sociedades democráticas, este cidadão pode, e deve, questionar e contribuir para a resolução desses problemas. As Orientações Curriculares das ciências em Portugal preveem que os alunos aprendam a questionar e a resolver problemas reais, de um modo disciplinar ou transdisciplinar. Neste estudo comparam-se as questões formuladas, por alunos do 8º ano, a partir de três cenários disciplinares, centrados em assuntos de Ciências Físico-Químicas, Ciências Naturais e Geografia, com as formuladas por alunos do mesmo ano de escolaridade, a partir de um cenário transdisciplinar, centrado no conjunto dos aspetos focados nos três cenários disciplinares. Os resultados sugerem que os tipos de questões formulados, a partir de cenários transdisciplinares, são mais adequados à Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, no sentido de uma aprendizagem integrada das ciências e da Geografia.

### **1. Contextualização**

Os problemas que diariamente surgem na vida do cidadão, relacionados com questões sociais, científicas, tecnológicas, económicas e/ou políticas, exigem que este seja capaz de mobilizar e de integrar conhecimentos de áreas científicas diferentes para lhe permitir encontrar as soluções mais adequadas e justas. Neste sentido, as Orientações Curriculares das Ciências Físicas e Naturais (DEB, 2001b), recomenda para a formação dos jovens cidadãos, um ensino contextualizado que recorra à resolução de problemas e que remeta para explicações científicas provenientes de áreas de conhecimento diferentes, propondo para isso um trabalho conjunto entre as disciplinas das Ciências Físicas e Naturais e de outras, por exemplo, entre a Geografia (GEO). Esse trabalho conjunto entre as disciplinas pode propiciar uma maior ou uma menor integração das aprendizagens dos alunos, dependendo da organização do processos de ensino e de aprendizagem e da convergência processual e metodológica específicas das disciplinas envolvidas.

Um modo de os alunos aprenderem a resolver problemas, onde estão implícitas as relações existentes entre áreas do conhecimento diferentes, é através da metodologia de ensino orientada para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP). Esta

metodologia, através da pesquisa, da análise e da avaliação das soluções mais adequadas às questões que os alunos formulam, a partir de cenários problemáticos que lhes são apresentados (Dahlgren & Öberg, 2001; Leite & Afonso, 2001; Chin & Chia, 2004; Lambros, 2002), possibilita a aquisição de novas aprendizagens e facilita a integração de aprendizagens de áreas do conhecimento diferentes (Tan, 2004; Savery, 2006; Azer, 2008). No entanto, nem todas as questões, formuladas pelos alunos a partir de cenários problemáticos, funcionam como diretrizes de uma investigação, não sendo, por isso, as apropriadas para a prossecução da ABRP. De facto, os resultados de alguns estudos efetuados em alunos do ensino básico (ex: Chin, 2001; Leite & Palma, 2006; Loureiro, 2008; Oliveira, 2008; Carvalho & Dourado, 2009) revelaram que, perante a apresentação de um cenário problemático, estes conseguem formular um número considerável de questões mas nem todas os impulsionam para a procura e para a integração de novos conhecimentos nem para a resolução de problemas abrangentes e complexos (Dahlgren & Öberg, 2001; Chin & Chia, 2004). Para que permita esse efeito é necessário que, em sala de aula, sejam apresentados, aos alunos, cenários problemáticos que permitam envolver assuntos de áreas de conhecimento diferentes e que possibilitem fazer emergir questões abertas cujas soluções exijam do aluno um desenvolvimento cognitivo de nível elevado.

## **2. Objetivos**

Este estudo teve como objetivo comparar as questões formuladas, por alunos do 8º ano de escolaridade, a partir da apresentação de três cenários problemáticos disciplinares, centrados em assuntos de Ciências Físico-Químicas (CFQ), de Ciências Naturais (CN) e de GEO, com as formuladas por alunos do mesmo ano de escolaridade, a partir de um cenário problemático transdisciplinar, centrado no conjunto dos aspetos focados nos três cenários problemáticos disciplinares, anteriormente referidos.

## **3. Fundamentação teórica**

### ***3.1 Cenários problemáticos: características para uma aprendizagem integrada no ensino orientado para a ABRP***

Um cenário problemático consiste na apresentação de uma situação problemática, que pode ser exibida em diferentes suportes (ex: extrato de uma notícias, uma banda desenhada, uma vídeo-gravação), inserida num contexto real, ou que parece real, e que faz com que os alunos

sintam a necessidade de a resolver (Azer, 2008), provocando-lhes o impulso de questionar e de pesquisar (Lambros, 2004). A seleção ou a construção de um cenário problemático é uma das fases mais importantes da ABRP (Boud & Feletti, 1997; Dahlgren & Öberg, 2001; Lambros, 2002), pois é a partir do(s) problema(s) que dele emergem que se impulsiona o processo de aprendizagem dos alunos (Gijssels & Schmidt, 1990; Chin, 2001; Dahlgren & Öberg, 2001). Para que tal aconteça, Azer (2008) sugere que o cenário problemático deva: ser inovador e envolvente; permitir a aplicação de conhecimentos prévios e a construção de novos conhecimentos; desenvolver e/ou aperfeiçoar outras habilidades (recolha de informação, formulação de hipóteses, seleção de informações, interpretação de dados); proporcionar oportunidades para aprender de um modo progressivo; propiciar novos desafios de modo a que o aluno se mantenha envolvido nas aprendizagens durante um período de tempo considerável; constituir uma oportunidade para a integração das aprendizagens de diferentes disciplinas, nomeadamente as referentes às ciências, à geografia, à história e/ou a outras disciplinas.

O modo de promover uma maior ou uma menor integração das aprendizagens depende da intensidade de integração entre as disciplinas envolvidas. Segundo Pombo, Guimarães & Levy (1994), uma menor intensidade de integração corresponde à situação em que um objeto em estudo (por exemplo a resolução de um problema) é trabalhado numa única disciplina, podendo envolver assuntos e conceitos de outra(s) disciplina(s) mas sem existir interações entre elas. No extremo oposto, a intensidade de integração maior, equivale à situação em que o objeto em estudo possui potencialidades para unificar as diferentes disciplinas envolvidas e exige a reorganização do processo de ensino e aprendizagem de cada uma delas para a sua resolução. Este tipo de intensidade de integração é designado por Costa (2012) de transdisciplinar e permite uma abordagem holística dos assuntos e conceitos, capaz de fomentar a integração das aprendizagens dos alunos, permitindo-lhes uma participação futura mais proficiente, mais proactiva, autónoma e fundamentada, na resolução de problemas relacionados não só com a Ciência e a Tecnologia mas, também, com a Sociedade e o Ambiente onde estes se encontram inseridos. Assim, tanto ao nível local como ao nível global, detêm uma visão mais completa dos fenómenos físicos e naturais enquanto empreendimento humano (Jakobson, 1973).

### ***3.2 Questões: tipos e potencialidades para o ensino orientado para a ABRP***

O questionamento desempenha um papel importante na aprendizagem, pois permite, entre

outros, evidenciar o conhecimento prévio dos alunos e melhorar as capacidades de observação, investigação e explicação (Schein & Coelho, 2006). O Currículo Nacional do Ensino Básico português (DEB, 2001a) estabelece a necessidade de os alunos saberem “questionar o comportamento humano perante o mundo, bem como o impacto da Ciência e da Tecnologia no nosso ambiente e na nossa cultura em geral” (p.129), no sentido da formação de cidadãos responsáveis e intervenientes. No entanto, nem todas as questões formuladas pelos alunos permitem o raciocínio e a mobilização de conhecimentos diversos nem contribuem para o desenvolvimento cognitivo de nível alto, pondo em causa o estímulo para a procura do conhecimento e, consequentemente, para o ensino orientado para a ABRP. Alguns estudos, realizados em Portugal, sobre o questionamento a partir de cenários problemáticos associados à ABRP (ex: Leite & Palma, 2006; Loureiro, 2008; Oliveira, 2008; Carvalho & Dourado, 2009) têm mostrado que embora os alunos questionem, esse questionamento remete, a maioria das vezes, para respostas simples e diretas. De facto, questões fechadas que são resolvidas simplesmente com respostas do tipo ‘sim’ ou ‘não’ são as mais formuladas pelos alunos do ensino básico nas aulas de ciências (Leite & Palma, 2006; Carvalho & Dourado, 2009), essas questões promovem a reprodução da informação, não exigem raciocínio por parte dos alunos e são as que não servem para um ensino orientado para a ABRP. Segundo Dahlgren & Öberg (2001), as questões que provocam um desenvolvimento cognitivo com um nível elevado são as designadas por:

- ‘questões de compreensão’, pois permitem ao aluno procurar significados mais complexos exigindo a aplicação de conhecimentos que já possui (‘Porque é que...?’, ‘Como é que....?’, ‘Qual a função de ...?’);
- ‘questões relacionais’, exigem do aluno o estabelecimento de relações entre dois ou mais conceitos ou que provocam o interesse pela compreensão de causas e consequências (‘Qual é o efeito de...?’, ‘Qual é a consequência de...?’);
- ‘questões de avaliação’, exigem do aluno um pensamento crítico que lhe permite comparar, avaliar e emitir um juízo de valor (‘Qual é o melhor/pior?’, ‘Porque é que é mau?’, ‘O que têm em comum?’, ‘Por que razão são diferentes?’);
- ‘questões de procura de solução’, exigem do aluno a compreensão de uma parte de um problema complexo e a sua resposta envolve sempre a solução de uma parte de um problema complexo (‘Como se pode resolver?’, ‘Como podemos reduzir?’, ‘O que podemos fazer para...?’).

No entanto, para funcionarem como diretrizes que levem a uma aprendizagem integrada das ciências, as questões devem ser abertas e abrangentes, de modo a permitir conexões com assuntos de áreas de conhecimento diferentes e devem, também, possibilitar a construção do

conhecimento holístico e a apresentação de um conjunto de soluções adequadas ao cenário de onde emergem os problemas.

#### **4. Metodologia**

Para alcançar o objetivo de investigação, delimitou-se uma amostra constituída por 82 alunos (13-15 anos), a frequentar o 8º ano de escolaridade, numa escola pública do ensino básico, situada no norte de Portugal.

Para a recolha dos dados para análise foi aplicado um questionário para recolher as questões que foram formuladas pelos alunos após a apresentação de quatro cenários problemáticos, em formato de vídeo-gravação. Três cenários eram disciplinares, contendo, cada um, assuntos e conceitos específicos das disciplinas de CFQ, de CN e de GEO, e o outro cenário era transdisciplinar, onde constava os mesmos assuntos e conceitos mas de um modo unificado.

Os cenários problemáticos eram compostos por duas partes: a primeira parte apresentava uma reportagem, de um telejornal local, cujo conteúdo se referia a uma situação ambiental problemática de uma localidade do norte de Portugal e a segunda parte consistia num debate entre cientistas, representantes e responsáveis locais, sobre referida problemática. O cenário disciplinar de CFQ ( $Cd_{CFQ}$ ) incidia sobre uma situação onde se destacava a problemática dos efeitos das chuvas ácidas, do aquecimento global e das alterações climáticas, englobando assuntos e conceitos dos subtemas ‘Reações Químicas’ e ‘Mudança Global’ inseridos no tema ‘Sustentabilidade na Terra’ (DEB, 2001b). O cenário disciplinar de CN ( $Cd_{CN}$ ) relatava uma ocorrência problemática, relacionada com o aparecimento de uma espécie marinha não comum, causada pelo aquecimento global. Este cenário problemático permitia explorar assuntos e conceitos dos subtemas ‘Ecossistemas’ e ‘Gestão Sustentável dos Recursos’, também inseridos no tema ‘Sustentabilidade na Terra’ (DEB, 2001b). O cenário disciplinar de GEO ( $Cd_{GEO}$ ) centrava-se em torno de numa situação problemática relacionada com a poluição atmosférica, numa região rural, e os transtornos causados à população. Este cenário permitia fazer emergir questões que levassem ao estudo de assuntos e conceitos dos temas ‘Atividades Económicas’ e ‘Ambiente e Sociedade’, referidos nas Orientações Curriculares de Geografia (DEB, 2001c). O cenário problemático transdisciplinar (Ctr) englobava as três situações problemáticas referidas nos cenários disciplinares anteriormente referidos, mas os assuntos e os conceitos eram exibidos de um modo unificado, não permitindo a identificação da sua disciplina de origem.

Os questionários relativos aos cenários disciplinares foram aplicados a um grupo de 34 alunos, pertencentes a duas turmas, no tempo letivo respetivo de cada uma das disciplinas e o questionário relativo ao cenário transdisciplinar foi aplicado a um grupo de 48 alunos, pertencentes a outras duas turmas, num tempo letivo destinado ao trabalho conjunto das três disciplinas onde não se estabelecia diferenciação entre elas. É de referir que, quer os alunos que formularam as questões a partir de cenários disciplinares quer os que formularam a partir do cenário transdisciplinar, nunca tinham estudado os assuntos e os conceitos apresentados, nas referidas disciplinas. Numa fase posterior os alunos, com a ajuda do professor(es) da disciplina(s), discutiram e reformularam as questões que consideraram mais relevantes investigar tendo, em seguida, sido organizadas por temas e hierarquizadas, de modo a facilitar a procura da(s) sua(s) solução(ões), através do ensino orientado para a ABRP.

Após a recolha dos dados, foram consideradas diversas dimensões de análise, umas definidas *a priori* tendo em conta a exigência cognitiva que as questões formuladas colocavam, decorrentes da taxonomia utilizada nos estudos realizados por Dahlgren & Öberg (2001) e por Leite & Palma (2006), e outras construídas *a posteriori*, relacionadas com o tipo de cenário problemático e o tipo de tema em que se centravam. Na primeira dimensão de análise foram usadas as cinco categorias definidas por Dahlgren & Öberg (2001) e na última dimensão elaborou-se categorias de análise que permitissem classificar todas as questões. Para que fosse possível efetuar uma análise comparativa dos dados, os mesmos foram apresentados em tabelas, a partir da frequência e da prevalência de cada categoria de análise.

## **5. Apresentação e discussão dos resultados**

O grupo de alunos, onde os cenários problemáticos foram apresentados de forma disciplinar (34 alunos), formulou 454 questões e o grupo de alunos, onde o cenário problemático foi apresentado de forma transdisciplinar (48 alunos), formulou 312 questões, sendo o número médio de questões formuladas por aluno, em cada tipo de cenário, de 13,4 e de 6,5, respetivamente.

A Tabela 1 apresenta a prevalência relativa do tipo de questões formuladas pelos alunos, quer a partir dos cenários disciplinares, Cd, quer a partir do cenário transdisciplinar, Ctr, tomando como referência a taxonomia proposta por Dahlgren & Öberg (2001). Tanto nos três Cd como no Ctr, a prevalência relativa das questões suscetíveis de conduzir a aprendizagens de ordem superior e de serem usadas para efeitos da ABRP, tiveram um valor baixo (25,4% e 17,0%,



respetivamente), sendo as questões do tipo enciclopédico e de compreensão os de maior prevalência em ambos os tipos de cenários (74,7% e 83,0%, respetivamente).

**Tabela 1 – Tipos de questões formuladas pelos alunos, a partir dos cenários disciplinares e transdisciplinar (%)**

Tipo de questão	Cenário disciplinar				Cenário transdisciplinar (n <sub>tr</sub> =312)
	CFQ (n=195)	CN (n=167)	GEO (n=92)	Total (n <sub>td</sub> = 454)	
Enciclopédico	23,6	36,5	28,3	29,3	21,8
De compreensão	50,8	46,1	32,6	45,4	61,2
Relacionais	17,9	9,0	21,7	15,4	11,5
De avaliação	1,5	1,8	1,1	1,5	3,5
Procura de solução	6,2	6,6	16,3	8,5	2,0

Estes resultados estão concordantes com os resultados obtidos nos estudos desenvolvidos por Chin (2001), Chin & Chia (2004), Leite & Palma (2006), Loureiro (2008), Oliveira (2008) e Carvalho & Dourado (2009) que também evidenciaram uma prevalência relativa maior nas questões do tipo enciclopédico e de compreensão, quando formuladas individualmente por alunos daquele nível de ensino.

Relativamente à prevalência relativa das questões relacionais, o seu valor é muito semelhante nos dois tipos de cenários (15,4% para os Cd e 11,5% para o Ctr). No entanto, de entre os Cd, a prevalência relativa é maior no Cd<sub>GEO</sub> (21,7%) relativamente à das outras disciplinas (17,9% em CFQ e 9,0% em CN). Esta diferença pode estar relacionada com o facto de os assuntos e os conceitos específicos do Cd<sub>GEO</sub> serem de natureza mais socioeconómica, sendo os seus assuntos frequentemente pronunciados no dia a dia e melhor conhecidos e compreendidos pelos alunos, propiciando-lhes a necessidade de se indagarem sobre as suas causas e consequências. Esta justificação está em conformidade com o baixo valor da prevalência relativa das questões de compreensão (32,6%) face aos outros dois cenários disciplinares, Cd<sub>CFQ</sub> e Cd<sub>CN</sub>.

Quanto às questões de avaliação, a sua prevalência relativa é muito baixa nos dois tipos de cenários (1,5% nos Cd e 3,5% nos Ctr). Estes resultados podem ser devidos ao facto de a formulação deste tipo de questões requerer um maior envolvimento cognitivo, exigindo a emissão de um juízo de valor, com base em critérios, necessitando de pensamento crítico por parte de quem as formula, sendo difícil consegui-lo em alunos deste nível de ensino, devido ao seu imaturo desenvolvimento cognitivo para formular questões complexas (Sanjosé et al.,

2006).

A prevalência relativa de questões de procura de solução, formuladas pelos alunos, a partir do Ctr, é muito baixo (2,0%). Este resultado, consonante com os resultados dos estudos já referidos neste texto, pode estar associado ao facto de os alunos terem manifestado necessidade em compreender ou esclarecer assuntos, ideias e/ou conceitos, sendo-lhes difícil formular questões que envolvam a resolução de partes de um problema complexo pois manifestam não compreender esses assuntos, ideias/conceitos apresentados. Relativamente à formulação deste tipo de questões, a partir dos Cd, verifica-se que a sua prevalência relativa é maior no Cd<sub>GEO</sub>. Este resultado pode estar relacionado com o facto de os assuntos problemáticos abordados serem de uma natureza mais social e humana e estarem relacionados com assuntos que os alunos julgam lhes dizer mais diretamente respeito, fazendo-lhes sentir, inconscientemente, uma maior necessidade em formular questões que vá mais nesse sentido.

As tabelas seguintes apresentam os resultados obtidos da análise efetuada às questões que foram organizadas por temas e, posteriormente, hierarquizadas pelos alunos, com a ajuda do(s) professor(es). As questões foram organizadas e distribuídas em quatro temas: ‘Chuvas ácidas’, ‘Ozono’, ‘Poluição’ e ‘Aquecimento global/Alterações climáticas’.

A Tabela 2 apresenta o número de questões, de cada tipo, formuladas pelos alunos, a partir dos cenários, Cd<sub>CFQ</sub> e Ctr, sobre ‘Chuvas ácidas’. Segundo os resultados obtidos, constata-se que foram formuladas mais questões relacionais no Cd<sub>CFQ</sub> do que no Ctr. No entanto, as questões formuladas no Cd<sub>CFQ</sub> envolvem respostas mais circunscritas aos assuntos e conceitos da CFQ e as questões formuladas no Ctr são mais abertas e exigem que sejam envolvidos assuntos e conceitos de outras disciplinas.

**Tabela 2 – Questões formuladas a partir do Cd<sub>CFQ</sub> e do Ctr, sobre ‘Chuvas ácidas’ (f)**

Tipo de questões	Tipo de cenário	
	Cenário disciplinar CFQ (8)	Cenário transdisciplinar (6)
Enciclopédico	0	0
De compreensão	1	1
Relacionais	5	2
De avaliação	1	2
Procura de solução	1	1

Apresentam-se exemplos de algumas questões formuladas pelos alunos:

Cd<sub>CFQ</sub>: “Que tipo de consequências pode provocar um aumento da acidez das chuvas nas culturas e nos metais?”.

Ctr: “Portugal é afetado pelas chuvas ácidas? Em que zonas do país? Que consequências provoca nessas regiões?”

Foram formuladas mais questões de avaliação no Ctr do que no Cd<sub>CFQ</sub> e o mesmo número de questões de procura de solução em ambos os cenários. Todavia, no Ctr, as questões de procura de solução formuladas exigem informações do âmbito de outras disciplinas, nomeadamente de GEO, pois envolvem informações de natureza sociopolítica:

Cd<sub>CFQ</sub>: “O que podemos fazer para diminuir a acidez da chuva?”.

Ctr: “Que medidas deve o governo tomar para reduzir os problemas associados às chuvas ácidas?”

O tema ‘Ozono’ foi identificado nas questões emergentes do Cd<sub>GEO</sub> e do Ctr. A Tabela 3 apresenta o número de questões formuladas, em cada tipo, sobre esse tema, a partir desses dois cenários.

**Tabela 3 – Questões formuladas a partir do Cd<sub>GEO</sub> e do Ctr, sobre ‘Ozono’ (f)**

Tipo de questões	Tipo de cenário	
	Cenário disciplinar GEO (5)	Cenário transdisciplinar (4)
Enciclopédico	0	0
De compreensão	0	0
Relacionais	4	2
De avaliação	0	0
Procura de solução	1	1

Da Tabela 3 constata-se que foram formuladas mais questões do tipo relacional em ambos os cenários. Todavia, as questões formuladas no Ctr exigem respostas que envolvem assuntos e conceitos de outras disciplinas, nomeadamente da CN. A título de exemplo apresentam-se as seguintes questões formuladas pelos alunos:

Cd<sub>GEO</sub>: “Qual o impacto nesta população de uma variação na quantidade de ozono?”.

Ctr: “A variação da quantidade de ozono pode trazer consequências para os seres vivos?”

Nas respostas às questões de procura de solução, emergentes do Ctr, também se verifica a necessidade de integrar assuntos e conceitos das três disciplinas:

Cd<sub>GEO</sub>: “Que medidas deve o governo tomar para minimizar os problemas associados ao aumento do ozono naquela aldeia?”.

Ctr: “Que medidas deve o governo tomar para reduzir os problemas associados às variações da quantidade de ozono na atmosfera?”

O tema ‘Aquecimento global/Alterações climáticas’ foi identificado nas questões emergentes dos três Cds e do Ctr. A Tabela 4 apresenta o número de questões, formuladas pelos alunos, em cada tipo, sobre o tema ‘Aquecimento global/Alterações climáticas’.

**Tabela 4 – Questões formuladas a partir dos cenários disciplinar e transdisciplinar sobre ‘Aquecimento global/Alterações climáticas’ (f)**

Tipo de questões	Cenário Disciplinar				Cenário transdisciplinar (7)
	CFQ (4)	CN (5)	GEO (3)	Total (12)	
Enciclopédico	0	0	0	0	0
De compreensão	1	1	0	2	3
Relacionais	2	3	2	7	2
De avaliação	0	0	0	0	0
Procura de solução	1	1	1	1	2

Pela Tabela 4, verifica-se que o número de questões, de cada tipo, foi muito semelhante nos quatro cenários. No entanto, e tal como aconteceu nos temas analisados anteriormente, as questões formuladas a partir do Ctr são mais abertas e exigem que o aluno integre um conjunto mais abrangente de assuntos e de conceitos pertencentes às três disciplinas para encontrar a sua solução.

## 6. Conclusões e implicações

Os resultados deste estudo evidenciam que os alunos do ensino básico são capazes de formular um número de questões considerável quer quando lhes é apresentado um cenário disciplinar quer quando lhes é apresentado um cenário transdisciplinar. Estes resultados, compatíveis com os de outros estudos (ex: Chin, 2001; Chin & Chia, 2004; Leite & Palma, 2006; Loureiro, 2008; Oliveira, 2008; Carvalho & Dourado, 2009), revelam que apesar de os alunos do ensino básico serem capazes de formular questões que propiciam o ensino orientado para a ABRP, são as questões de nível cognitivo baixo (questões do tipo enciclopédico e de compreensão) as mais formuladas por estes. Porém, quando lhes é apresentado um cenário problemático transdisciplinar os alunos formulam menos questões mas a sua natureza requer investigações mais abrangentes, propícias à integração de assuntos não só de natureza científica e tecnológicas como de natureza socioeconómica e/ou política.

Estes resultados sugerem que a apresentação de cenários problemáticos transdisciplinares pode constituir uma oportunidade para a integração das aprendizagens, através do ensino orientado para a ABRP, de diferentes disciplinas, nomeadamente as referentes às ciências e à geografia (Azer, 2008). Assim, é dada a possibilidade aos alunos de desenvolverem uma visão mais completa dos fenómenos físicos e naturais, de modo a que, futuramente, apresentem, de um modo consciente e fundamentado, propostas para os procedimentos mais corretos a adotar na resolução, ou até mesmo na prevenção de problemas sociais que requerem conhecimentos científicos e tecnológicos, contribuindo, assim, para uma participação cívica responsável.

## 7. Referências bibliográficas

- Azer, S. (2008). *Navigating problem-based learning*. Sydney: Elsevier Churchill Livingstone.
- Boud, D. & Feletti, G. (1997). Changing problem-based learning. In D., Boud & G., Feletti (Eds.). *The challenge of problem based learning* (pp. 1-14). Londres: Kogan Page.
- Carvalho, C. & Dourado, L. (2009). A formulação de questões a partir de cenários problemáticos: um estudo com alunos de Ciências Naturais do 3º Ciclo do Ensino Básico português. In *Atas do X Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia* (pp. 2615-2628). Braga: Universidade do Minho.
- Chin, C. (2001). Learning in science: What do students' questions tell us about their thinking? *Education Journal*, 29(2), 85-103.
- Chin, C. & Chia, L. (2004). Problem-based learning: using student's questions to drive knowledge construction. *Science Education*, 88, 707-727.
- Costa, C. (2012). Interdisciplinaridade: das conceções às representações de práticas de professores de ciências. In S. Castellar & G. Munhoz (Org.). *Conhecimentos escolares e caminhos metodológicos* (pp. 101-120). São Paulo: Xamã Editora.
- Dahlgren, M. & Öberg, G. (2001). Questioning to learn and learning to question: structure and function of problem based learning scenarios in environmental science education. *Higher Education*, 41, 263-282.
- DEB (2001a). *Curriculum Nacional do Ensino Básico: Competências Essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação - Departamento da Educação Básica.
- DEB (2001b). *Ciências Físicas e Naturais - Orientações Curriculares do 3ºCiclo*. Lisboa: Ministério da Educação - Departamento da Educação Básica.
- DEB (2001c). *Geografia – Orientações Curriculares do 3ºCiclo*. Lisboa: Ministério da Educação - Departamento da Educação Básica.
- Gijsselaers, W. & Schmidt, H. (1990). Development and evaluation of a causal model of problem-based learning. In Z., Nooman, H., Schmidt & E., Ezzat (Eds.). *Innovation in medical education: an evaluation of its present status* (pp. 95-113). Nova Iorque: Springer.
- Jakobson, R. (1973). *Relações entre a Ciência da Linguagem e as outras Ciências*. Lisboa: Livraria Bertrand.
- Lambros, A. (2002). *Problem-Based Learning in K-8 classrooms*. Thousand Oaks: Corwin Press.
- Lambros, A. (2004). *Problem-based learning in middle and high school classrooms*. Thousand Oaks: Corwin Press.
- Leite, L & Afonso, A. (2001). Aprendizagem baseada na resolução de problemas. Características, organização e supervisão. *Boletín das Ciencias*, 47, 253-260.
- Leite, L. & Palma, C. (2006). Formulação de questões, educação em ciências e aprendizagem baseada na resolução de problemas: Um estudo com alunos portugueses do 8º ano de escolaridade. In *Atas do Congresso PBL 2006 ABP* (CD-Rom). Lima (Peru): Universidade Pontificia Católica del Peru.
- Loureiro, I. (2008). *A aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas e a formulação de questões a partir de contextos problemáticos. Um estudo com professores e alunos de Física e Química*. Tese de Mestrado não publicada. Braga: Universidade do Minho.
- Oliveira, P. (2008). *A formulação de questões a partir de contextos problemáticos: um estudo com alunos do*

*ensino básico e secundário*. Tese de Mestrado não publicada. Braga: Universidade do Minho.

Pombo, O., Guimarães, H. & Levy, T. (1994). *A interdisciplinaridade. Reflexão e experiência*. Lisboa: Texto Editora.

Sanjosé, V., Ishiwa, K., Otero, J., Caldeira, H., Vaz, P. & Fernandes, P. (2006). Qué no entienden los alumnos cuando leen textos de ciencias?: depende de sus metas de lectura... In L. Costa, J. Sousa, A., Milhazes, C., Baptista & J. Lima (Coords.). *Atas do XIX Congresso Enciga* (CD-Rom). Póvoa de Varzim: Escola Secundária Eça de Queirós.

Savery, J. (2006). Overview of Problem-Based Learning: definitions and distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1), 9-20.

Schein, Z. & Coelho, S. (2006). O papel do questionamento: intervenções do professor e do aluno na construção do conhecimento. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 23 (1), 68-92.

Tan, O. (2004). Looking ahead: the best way forward for problem-based learning approaches. In O., Tan (Eds.). *Enhancing thinking through problem-based learning approaches*. Cengage Learning, 203-210.

## **O ensino da Química orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: um estudo sobre as opiniões de alunos de cursos profissionais**

**Emília Batista**

*Doutoranda da Universidade do Minho e Professora da Escola Secundária de Estarreja, Portugal*

### **Resumo**

Nas sociedades atuais, é importante que os cidadãos sejam capazes de refletir de forma crítica sobre o mundo que os rodeia, e que estejam disponíveis para uma aprendizagem constante ao longo da vida. Os cursos profissionais, que visam a preparação de jovens para a vida ativa, requerem metodologias de ensino ativas como é o caso da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP). O objetivo da investigação relatada neste texto foi o de averiguar as opiniões de alunos dos cursos profissionais sobre o ensino de Reações Químicas e Equilíbrio Químico Homogéneo orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas. A maioria dos alunos manifestou uma opinião favorável ao ensino a que foram sujeitos, havendo também, opiniões desfavoráveis. Apresentam-se também, algumas conclusões e implicações do estudo.

### **1. Contextualização**

Nas sociedades científica e tecnologicamente avançadas, é importante que os cidadãos possuam uma elevada literacia científica, estejam conscientes das potencialidades e limitações do conhecimento científico e tecnológico e sejam capazes de refletir, de forma crítica, sobre o mundo que os rodeia, de resolver problemas e de tomar decisões fundamentadas no seu dia-a-dia (Osborne & Dillon, 2008; Martín-Díaz et al., 2011). Além disso, e dado que o conhecimento evolui a um ritmo alucinante, é importante que a escola ensine os alunos aprender a aprender, a fim de que possam manter-se atualizados ao longo da sua vida (Leite & Esteves, 2005). Para estas autoras, esta atualização é necessária para o cidadão comum, tanto no plano pessoal, a fim de que possa lidar adequadamente com situações problemáticas e dilemáticas da sua vida diária, como no plano profissional, que requer uma capacidade de atualização tão rápida, ao nível do saber e do saber fazer, que nem sempre é compatível com a procura e frequência de formação formalmente organizado para o efeito, mas antes exige a aprendizagem autónoma de conhecimentos e técnicas. Este aspeto faz com que, nos cursos profissionais, se deva introduzir metodologias ativas (como é o caso do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas), capazes de desenvolver nos alunos a capacidade de aprender ao longo da vida (Leite & Afonso, 2001). Contudo, e dado que no ensino em geral, e neste ensino em particular, ainda perduram e os alunos estão habituados a

metodologias de ensino centradas no professor, qualquer inovação pedagógica a este nível deve ser acompanhada de uma avaliação das opiniões dos alunos sobre a mesma, a fim de melhorar a sua eficácia.

## **2. Objetivo**

No contexto acima referido, o objetivo da investigação relatada neste texto foi o de averiguar as opiniões de alunos de cursos profissionais sobre o ensino de Reações Químicas e Equilíbrio Químico Homogéneo orientado para a Aprendizagem Baseado na Resolução de Problemas.

## **3. Fundamentação teórica**

A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) (Leite & Afonso, 2001), do inglês, Problem-Based Learning (PBL) (Lambros, 2004), é uma metodologia de ensino baseada no princípio da utilização de problemas como ponto de partida para a aquisição de novos conhecimentos (Lambros, 2004; 2002). Requer que o aluno aprenda esses novos conhecimentos, resolvendo, preferencialmente em grupo, problemas que devem ser, ou parecer, reais e, que contenham no seu conteúdo um cariz socio-científico (Lambros, 2004). Outros autores, como Leite e Esteves (2005) definem a ABRP como um percurso de aprendizagem, vendo nela "um processo de resolução de problemas", centrada no aluno, uma vez que este passa a ter um papel ativo na realização das tarefas de pesquisa, análise e síntese de informação, ou seja, na seleção de estratégias de aprendizagem, e na proposta de soluções.

No que respeita à estruturação ou organização do ensino orientado para a ABRP, Leite e Afonso (2001) concluíram dos seus estudos que este se pode organizar em quatro fases, que têm objetivos e duração diferentes. A primeira fase, seleção do contexto, é realizada somente pelo professor. Este identifica pelo menos um contexto problemático que possa fazer emergir o(s) problema(s) a tratar. O contexto selecionado, deve ser adequado ao nível dos alunos e deve também interessá-los e motivá-los. A segunda fase, formulação dos problemas, desenvolve-se à custa do trabalho dos alunos sobre o(s) contexto(s) problemático(s) selecionado(s) pelo professor, desempenhando este apenas o papel de orientador (não diretivo) do processo. A partir da análise do contexto, os alunos formulam todos os problemas que lhes parecem pertinentes, competindo depois ao professor, conjuntamente com os alunos, a rejeição de problemas irrelevantes, a constatação de eventuais sobreposições entre problemas formulados e a sequencialidade dos problemas selecionados para a resolução. Na



terceira fase, a resolução do(s) problema(s), o professor desempenha o papel de orientador do trabalho efetuado pelos alunos, mas é a estes que compete trabalhar a fim de resolverem os problemas selecionados. Na quarta e última fase, síntese e avaliação do processo, o trabalho a realizar pelo professor e pelos alunos terá a ver com a verificação de que todos os problemas inicialmente formulados ou foram resolvidos ou não têm solução, com a síntese final dos conhecimentos (conceptuais, procedimentais, atitudinais) obtidos e/ou desenvolvidos, e com a avaliação de todo o processo, quer em termos de eficácia de aprendizagem, quer em termos de desenvolvimento pessoal, social, ético e moral ocorrido.

No que diz respeito a tentativas de avaliação das eventuais vantagens educativas do ensino orientado para a ABRP, é possível encontrar alguns estudos centrados quer na aprendizagem de conhecimentos conceptuais, quer no desenvolvimento de competências de resolução de problemas, quer em aspetos afetivos, ou seja, em reações dos alunos ao ensino orientado para a ABRP. Esses estudos, realizados no ensino básico (Gandra, 2001; Loureiro, 2008), no ensino secundário (West, 1992; Batista, 2010) e no ensino superior (Leite & Esteves, 2006), de um modo geral, indicam que o ensino orientado para a ABRP produz um efeito positivo nos alunos, quer em termos da aprendizagem de conceitos, quer em termos de desenvolvimento de competências de resolução de problemas. Acresce, ainda, que apesar de os alunos mostrarem inicialmente algumas dificuldades de adaptação, reagem positivamente ao ensino orientado para a ABRP e consideram que aprendem mais e melhor através desta metodologia de ensino.

As conclusões do estudo efetuado por Leite e Esteves (2006) apontam para uma grande adesão dos alunos à metodologia de ensino orientada para a ABRP e para o reconhecimento, por parte dos mesmos, das vantagens daquela metodologia de ensino associadas ao desenvolvimento de capacidades de pesquisa, criatividade e um maior gosto pelos conteúdos disciplinares.

Quanto aos resultados obtidos no questionário de opinião, Batista (2010) parece concluir que as atividades inerentes ao processo da ABRP impeliram a uma impressão muito positiva acerca daquele ensino por parte dos alunos. Estes consideraram um desafio, pois para resolver um problema necessitavam de compreender os conceitos e, ao fazê-lo, aprenderam e desenvolveram outras competências que não apenas as conceptuais.

Nos estudos desenvolvidos por Batista (2010), Loureiro (2008) e Gandra (2001), as opiniões dos alunos coincidem, ao referirem que quando sujeitos ABRP “aprendem melhor”, visto que

aquele ensino não os obriga a um estudo direcionado para a memorização de leis e fórmulas, como, segundo eles, é hábito num ensino tradicional. Valorizaram também a dinâmica das aulas, particularmente a flexibilidade, o interesse e a motivação na e pela aprendizagem que este ensino promove, por lhes colocar desafios como alunos, como indivíduos ou ainda como membros integrantes de uma sociedade em permanente transformação, numa perspetiva que consideramos bastante pertinente para a construção da cidadania, preconizada nos programas e nos projetos educativos da escola portuguesa.

#### **4. Metodologia**

Este estudo foi concretizado no ano letivo 2012/2013, na escola secundária de Estarreja, e teve a participação de dezanove alunos dos cursos profissionais. Onze destes alunos pertenceram ao 11.º ano do curso profissional de Produção de Metalomecânica, e oito alunos ao 11.º ano do curso profissional de Eletrotecnia. Estes alunos estudaram o módulo Q3, Reações Químicas e Equilíbrio Químico Homogéneo, que faz parte do currículo então em vigor (DGFV, 2007), segundo a metodologia de ensino orientado para a ABRP.

Antes de iniciar a implementação do estudo, julgámos conveniente explicitar aos alunos, em que consistia a metodologia de trabalho a seguir e simultaneamente apelar à sua participação no estudo que se iria iniciar. Para facilitar a sua compreensão, foi visionado um episódio da série televisiva *House MD*. Foi também realizada uma visita de estudo às grutas de Santo António, com a finalidade de incentivar os alunos para o estudo das reações reversíveis, e as associarem a fenómenos naturais. Desta atividade, foi pedido aos alunos para elaborarem um desdobrável que informasse os visitantes, dos fenómenos químicos ali presentes. Este trabalho foi realizado extra aula, em grupo de quatro alunos.

Depois destas atividades iniciais, formaram-se cinco grupos de trabalho, seguindo-se a apresentação e exploração do cenário problemático. A implementação do ensino orientado para a ABRP, que foi executada em três fases. Na primeira fase, os alunos individualmente (cerca de 10 minutos), procederam à leitura do cenário problemático, elaborado para o efeito, e que consistia num diálogo entre colegas "Na biblioteca da escola". Seguidamente, os alunos passaram a explorar o cenário em grupo, registando nos seus cadernos as questões que lhes causavam dúvidas e que lhes suscitavam curiosidade. As questões formuladas por cada grupo, foram registadas no quadro. Os alunos tentaram elaborar uma sequencialização das questões, das que lhes pareciam mais simples e que deveriam ser as primeiras a investigar, para as mais

complexas. Nesta fase, a professora orientou os alunos na organização e hierarquização dos grupos de questões visto que os alunos desconheciam a sequência dos conteúdos curriculares a abordar.

A segunda fase da implementação da metodologia de ensino, foi dividida em seis sessões. Nas duas primeiras sessões, os alunos procederam à pesquisa de informação e seleção pormenorizada da mesma. Na terceira sessão, os alunos deram início à compilação da informação recolhida na fase de pesquisa, sintetizando os conhecimentos num PowerPoint, para que posteriormente fossem apresentados à turma. A quarta sessão, foi desenvolvida na exploração de duas simulações relacionadas com a temática em estudo. A quinta sessão, foi composta de duas aulas, uma aula de 45 minutos e outra aula de 90 minutos. Na aula de 45 minutos, foi pedido aos alunos para investigarem como se poderia em laboratório verificar o efeito da temperatura e da concentração na progressão global de uma reação química reversível. Os alunos após pesquisa, elaboraram um protocolo muito simples. A aula de 90 minutos, foi realizada no laboratório de química, onde os alunos executaram as atividades experimentais por eles planificadas.

Na sexta sessão, foi dada aos alunos, a oportunidade de concluírem os trabalhos que estavam a realizar e prepararem a sua apresentação. Na terceira fase, decorreu a apresentação do trabalho final produzido por cada um dos grupos.

Durante a implementação da metodologia de ensino ABRP, a professora, teve sempre o cuidado de se deslocar pelos grupos, verificando o desenvolvimento dos trabalhos.

Após a implementação da metodologia de ensino, foi aplicado a estes alunos um questionário, com questões de resposta aberta, com o intuito de aferir a sua opinião no que ao modo como vivenciaram a metodologia de ensino a que foram submetidos, designadamente, sobre o que mais e menos gostaram e sobre o que deveria ser alterado.

As respostas foram sujeitas análise de conteúdo, com base em categorias emergentes, a fim de identificar, não só as ideias dos alunos mas também a sua prevalência relativa.

## **5. Apresentação e discussão dos resultados**

Foi pedido aos inquiridos que manifestassem a sua opinião sobre aspetos relativos às aulas Reações Químicas e Equilíbrio Químico Homogéneo, nomeadamente, o que mais gostaram. Na Tabela 1, estão registadas as suas opiniões.

No que diz respeito ao que mais gostaram, constatamos, que as respostas mais frequentemente registadas foram as associadas às atividades desenvolvidas no âmbito da aplicação do ensino em estudo. Treze alunos gostaram das aulas em que foram realizadas atividades experimentais e da visita de estudo às grutas de Santo António. Já onze alunos, gostaram do trabalho desenvolvido em grupo.

**Tabela 1 - Aspetos de que os alunos gostaram mais e menos nas aulas**

(N=19)		
<b>Tipo de aspeto</b>	<b>Aspetos mencionados pelos alunos</b>	<b>Frequência</b>
Mais gostaram	Modo como as aulas foram dadas	15
	Visita de estudo	13
	Atividades experimentais	13
	Trabalhar nas aulas com os colegas	11
Menos gostaram	Aulas de trabalho com o cenário	2
	Falta de manual escolar	2
	Modo como o tema foi lecionado	4
	Não houve nada que não gostasse	15

Na verdade, quinze alunos manifestaram uma opinião bastante favorável face ao modo como as aulas foram desenvolvidas. Afirmaram, por exemplo: "O que mais gostei nas aulas de [...] foi a forma como as aulas foram dadas e as experiências realizadas em laboratório. Gostei [também] da visita de estudo às grutas [...]" (E2). Consideraram que foi uma maneira diferente de aprender ao referirem que o que mais gostaram "[...] foi quebrar a rotina aprendendo de forma diferente, tornando assim as aulas interessantes e produtivas" (E3). Os alunos que manifestaram uma opinião positiva face ao ensino que experienciaram, reconhecem que se tornaram mais autónomos e organizados no seu próprio estudo, "[...] aprendemos a procurar a própria matéria, a organizar o nosso próprio estudo" (E10). De salientar que estes resultados são concordantes com os resultados obtidos por Leite e Esteves (2006), reconhecendo os alunos, as vantagens daquela metodologia de ensino associadas ao desenvolvimento de capacidades de pesquisa, criatividade e um maior gosto pelos conteúdos disciplinares.

Salientaram ainda as atividades desenvolvidas em grupo, referindo que estas lhes proporcionaram uma maior interação com os colegas e que se tornaram uma mais valia no processo de aprendizagem, "[gostei] do método de trabalho, fazer trabalho de grupo. Através do trabalho de grupo e de pesquisarmos por nós mesmos, aprendemos melhor." (E17). De

facto, este é um resultado esperado, não só porque, de um modo geral, os alunos gostam de trabalhar em grupo (Leite & Esteves, 2006) mas, também, porque o trabalho em grupo, ao facilitar o *feedback* sobre o desempenho dos alunos, permite melhorar as metodologias de trabalho e de aprendizagem (Lambros, 2004).

Quando questionados sobre o que menos gostaram, nas aulas Reações Químicas e Equilíbrio Químico Homogéneo, constatamos pelas opiniões registadas na Tabela 1, que a maioria dos alunos, quinze alunos, referem que não houve nada que não gostassem. Reforçam a sua opinião, referindo que gostaram de todas as atividades, e do modo como o módulo Q3 foi lecionado. No entanto, dois alunos referem a dificuldade que sentiram nas primeiras aulas, por não serem segundo eles, apoiados pela professora, "o que eu menos gostei foram as primeiras aulas porque a professora não explicou muito e eu senti-me perdido inicialmente, mas depois com a ajuda da professora eu já consegui" (E12). Quatro alunos manifestaram uma opinião negativa à metodologia de ensino implementada, como se constatou numa das respostas: "Não gostei do modo como foi lecionado o módulo Q3" (E5). Este aluno justifica a sua opinião referindo que gosta mais de trabalhar individualmente, organizando o estudo à sua vontade. Um aluno referiu ainda, que sentiu falta de um manual escolar, porque segundo ele a presença de um manual escolar inculca-lhe uma maior segurança no estudo, como se constatou na sua opinião: "O que menos gostei foi a falta de um manual escolar, porque algumas vezes sentia-me um pouco inseguro [...]" (E3). Estas opiniões, também estão de acordo com os resultados obtidos por Neto (1998), quando os alunos referiram que se sentiam mais seguros nas suas aprendizagens quando tinham um manual escolar com os conteúdos organizados.

Já relativamente ao que não se deveria repetir, o que se deveria manter, e o que mudariam, a maioria dos alunos, quinze alunos, referem que não houve nada que não se deveria repetir, consideraram que este modo trabalhar se deveria manter, acrescentando que não mudariam nada, como se constata na Tabela 2.

No entanto, também foram registadas opiniões em que os alunos consideraram que este método de ensino não se deveria repetir, assim como, as aulas em que foi aplicado o cenário, três alunos, havendo mesmo um aluno que considera que mudaria "tudo exceto as atividades experimentais" (E5). Aqueles alunos fundamentam as suas opiniões, referindo que se sentem mais à vontade nas aprendizagens, quando a matéria é lecionada pela professora, "[...] compreendo melhor a matéria se for dada pela professora no quadro, pois fico com as coisas mais organizadas" (E7). Estes alunos justificam a sua opinião negativa face ao ensino implementado, porque segundo eles, a professora deveria primeiro proceder à leção da

matéria e depois colocava as questões. Estes alunos não gostaram de "fazer as respostas [cenário proposto] sem que a professora dê primeiro a matéria" (E12).

**Tabela 2 - Aspetos que os alunos consideram que se deveriam repetir, manter e mudar, nas aulas (N=19)**

<b>Tipo de aspeto</b>	<b>Aspetos mencionados pelos alunos</b>	<b>Frequência</b>
O que não se deveria repetir	Não há nada que não se deva repetir	15
	As primeiras aulas	3
	O modo como o módulo foi dado	3
	Tudo excerto as atividades experimentais	1
	O modo de trabalhar	15
O que se deveria manter	As atividades experimentais	5
	Visitas de estudo no âmbito da matéria	2
	Nada	3
O que mudariam	Nada	15
	Aumento das aulas experimentais	7
	Modo de dar as aulas	3

Muitos alunos na opinião de Lambros (2004) e Leite et al. (2012), mostram alguma resistência, ao ensino implementado, por sentirem dificuldades na formulação de questões a partir do cenário e no papel ativo que passam a assumir. Com efeito, na opinião de Lambros (2004) e Leite et al. (2012) para que as disciplinas de Ciências sejam motivadoras para os alunos e lhes permitam desenvolver competências investigativas, é necessário que eles aprendam a questionar; tarefa que se mostra difícil para os alunos, visto que não estão habituados a fazer perguntas, estão sim, habituados a responder.

Questionados sobre o que mudariam, constata-se ainda na Tabela 2, que quinze alunos, não mudariam nada, e sete destes alunos, acrescentam ainda que deveria existir mais aulas de carácter experimental, como ilustra uma das respostas: "[...] ter mais aulas práticas [experimentais], aprendemos melhor" (E2). No entanto, também foram registadas opiniões contrárias, três alunos referiram que: "Eu só mudaria uma coisa que era ter dado este módulo ao contrário, a professora explicava a matéria primeiro e depois sim fazíamos o trabalho" (E12).

Foi pedido aos alunos que fizessem um comentário global, quanto ao modo como os temas Reações Químicas e Equilíbrio Químico Homogéneo foram lecionados, ao ambiente criado nas aulas e ao modo como decorreu o trabalho de grupo. Quanto ao modo como os temas em

estudo foram lecionados, registamos na Tabela 3, alguns aspetos apontados pelos alunos.

Registamos treze opiniões positivas face ao ensino que os alunos experienciaram, consideraram-no interessante e que fomentou a curiosidade pela aprendizagem. Alguns destes alunos referiram que: "[...] aprendemos melhor assim, é mais interessante, porque somos nós a pesquisar e a recolher a informação..." (E1), assim como, "pelo facto de sermos nós a procurar a matéria necessária para responder a um grupo de perguntas do cenário, tivemos mais curiosidade pela matéria e assim compreendemo-la melhor" (E4), reconhecendo que este ensino lhes proporcionou "uma melhor aprendizagem e conhecimento da matéria"(E18).

**Tabela 3 – Comentários dos alunos sobre o modo como os temas foram lecionados  
(N=19)**

<b>Tipo de comentário</b>	<b>Aspetos mencionados pelos alunos</b>	<b>Frequência</b>
Favorável	Foi interessante porque fomentou a curiosidade	13
	Proporcionou maior conhecimento da matéria	1
	Foi bom trabalhar em grupo	1
Desfavorável	Deveria ser professora a dar a matéria	4

Alguns alunos referem nas suas respostas, que o ensino em questão além de interessante, fomentou-lhes a curiosidade para novas aprendizagens, como se verificou numa das respostas: "Adorei a visita de estudo às grutas, tanto que quando cheguei a casa fui à Net para saber como aquelas coisas se formavam" (E14). Parecem ainda reconhecer que o ensino vivenciado lhes proporcionou maior autonomia e que os vai ajudar na sua vida futura, como ilustra uma das respostas: "[com este método] aprendemos por nós, e isso é bom para quando formos trabalhar, pois temos que nos desenvencilhar" (E6). Nestas respostas, os alunos, parecem ter consciência da importância do desenvolvimento de competências, que lhes permitam assumir responsabilidades na tomada de decisões e no desenvolvimento profissional individual e coletivo.

Questionados quanto ao ambiente criado nas aulas, registamos uma opinião positiva de todos os alunos. Referem que o ambiente criado nas aulas foi bom e descontraído, como se constata nas suas opiniões: "O ambiente era mais descontraído, na minha opinião é mais rentável as aulas" (E3), reconheceram que reinou um espírito de interajuda e de respeito mútuo "O ambiente criado nas aulas foi bom porque respeitámo-nos todos uns aos outros" (E6), o que para os alunos, se tornou num ambiente saudável e sociável, existindo segundo eles, um ambiente de interajuda, espírito colaborativo e distribuição de tarefas. Outros alunos referem

que aprenderam a partilhar tarefas, e segundo eles, isso foi muito bom para as suas vidas futuras, "Decorreu de um modo bom no meu grupo porque eram todos trabalhadores, distribuía-mos tarefas" (E16). Os alunos veem o trabalho de grupo como sendo um conjunto de atividades que os auxilia nas suas aprendizagens, que os apoia no desenvolvimento de atitudes e competências processuais e comunicativas úteis para ao longo da vida, e que os ajuda no aperfeiçoamento de competências sociais. Estas respostas vêm ao encontro dos estudos efetuados por Leite e Esteves (2006), ao concluírem que aprendizagens efetuadas em grupo são promotoras do desenvolvimento de competências de comunicação e competências interpessoais mais sofisticadas. Na verdade, nas sociedades atuais, o espírito colaborativo deverá estar presente em todas as situações profissionais, visto que, cada vez mais, se trabalha em equipa.

## **6. Conclusões e implicações**

Os resultados parecem mostrar uma opinião positiva, ao ensino orientado para ABRP por parte da maioria dos alunos que a vivenciaram. De facto, não constituiu surpresa, uma vez que tal já tinha sido previsto aquando da análise dos resultados obtidos por Chang e Barufaldi (1999), Leite e Esteves (2006), Gandra (2001) e Batista (2010). Os alunos consideraram ser um ensino interessante, que fomenta o espírito crítico, e de interajuda, dando enfoque ao facto de o método de ensino orientado para a ABRP lhes ter proporcionado um papel mais ativo no processo de aprendizagem, devido serem eles próprios a tomar as decisões necessárias à consecução dos problemas a resolver. Valorizaram também a dinâmica das aulas, particularmente a flexibilidade, o interesse e a motivação na e pela aprendizagem que este tipo de ensino promove, por lhes colocar desafios como alunos, indivíduos ou ainda como membros integrantes de uma sociedade em permanente transformação.

Pela análise das opiniões destes alunos, consideramos, ser imperativo rever o tipo de ensino que habitualmente se preconiza nas escolas portuguesas, particularmente o praticado nos cursos profissionais, que assenta numa perspetiva de ensino tradicional. Na opinião de Martins (2011), não é plausível supor que o ensino das ciências centrado em conteúdos gere, espontaneamente, competências processuais, atitudes e valores que o exercício da cidadania implica. Defende-se, que o ensino formal das ciências decorra com envolvimento dos alunos na cultura científica do seu tempo, de modo a que estes possam perceber o contributo das ciências para a cidadania. De acordo com diversos autores (Leite & Afonso, 2001; Lambros, 2004, Martins 2011), aquele tipo de ensino deve ser substituído por uma linha de atuação que



provoque mudanças de atitude, de valores, de concepções e de atuações pessoais e sociais. Para estes investigadores, os alunos devem ter acesso a uma educação que, além de fomentar o desenvolvimento de competências sociais cognitivas e afetivas, deve também desenvolver uma literacia científica que lhes permita serem cidadãos mais autónomos, críticos e responsáveis, para fazerem frente aos problemas gerados todos os dias, no seio das sociedades atuais. Parece-nos que é através de metodologias de ensino mais ativas, com os alunos a participarem ativamente nas suas aprendizagens, que se consegue uma maior motivação no ensino das ciências que, pelas opiniões obtidas neste estudo, parecer ser também a vontade dos alunos.

## 7. Referências bibliográficas

- Batista, E. (2010). *Aprendizagem de Física e Química Baseada na Resolução de Problemas: um estudo com alunos do 11.º ano de escolaridade*. Dissertação de Mestrado, (não publicada). Universidade de Aveiro.
- Gandra, P. (2001). *O efeito da aprendizagem da física baseada na resolução de problemas*. Dissertação de mestrado (não publicada), Universidade do Minho.
- Lambros, A. (2004). *Problem-based learning in middle and high school classrooms*. Thousand Oaks: Corwin Press.
- Leite, L. & Afonso, A. (2001). Aprendizagem Baseada na Resolução de problemas. Características, organização e supervisão. *Boletim das Ciências*, 48, 253-260.
- Leite, L. & Esteves, E. (2005). Ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas na Licenciatura em Ensino de Física e Química. In Silva, B. e Almeida, L. (Eds.). *Actas do Congresso Galaico-Português de Psico-Pedagogia* (CD-Rom). Braga: Universidade do Minho. <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/5537/1/Laurinda%20e%20Esmeralda%20GALAI%20CO.PDF>(acedido em 10/03/2011).
- Leite, L. & Esteves, E. (2006). Trabalho em grupo e aprendizagem baseada na resolução de problemas: Um estudo com futuros professores de Física e Química. In *Actas do Congresso Internacional PBL2006ABRP (CD-Rom)*. Lima (Perú): Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Loureiro, I. (2008). *A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas e a formulação de questões a partir de contextos problemáticos: um estudo com professores e alunos de Física e Química*. Dissertação de Mestrado (não publicada), Universidade do Minho.
- Martins, I. (2011). Ciências e Cidadania: perspetivas de Educação em Ciências. In L. Leite et al. (Orgs.). *Atas do XIV Encontro Nacional de Educação em Ciências* (pp.21-31). Braga: Universidade do Minho.
- Martín-Díaz, M.J. & Gutiérrez Julián, M.S. & Gómez Crespo (2011). Las ciencias en la eso desde la perspectiva de la alfabetización científica. In Caamaño, A. (coord.). *Física y Química - Complementos de formación disciplinar*. Barcelona: Editorial GRAÓ, Ministerio de Educación. 1(5), 127-145.
- Morgado, S. & Leite, L.(2012). Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: efeitos de uma ação de formação de professores de Ciências e de Geografia. In Domínguez Castiñeiras, J. (Eds.), *Atas do Congresso XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp.511-518). Santiago de Compostela: Universidade Santiago de Compostela.
- Neto, A. (1998). *Resolução de Problemas em Física*. Lisboa: IIE.

## **Habitações, faturas de eletricidade e Aprendizagem Baseada em Resolução de Problemas no 10º ano**

**M<sup>a</sup> Aline Guerra<sup>1</sup>, M<sup>a</sup> Filomena Cardoso<sup>1</sup>, M<sup>a</sup> Domitila Costa<sup>1</sup> & M<sup>a</sup> Arminda Pedrosa<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Escola Básica e Secundária Quinta das Flores, Coimbra;* <sup>2</sup> *Unidade de I&D n.º70/94, Química-Física Molecular/FCT, PEst-OE/QUI/UIOO/700/2011; Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra (FCTUC), Portugal*

### **Resumo**

No Ensino Básico (EB), os documentos curriculares orientadores centram-se em competências, assim como os programas disciplinares do Ensino Secundário (ES), apresentando orientações compatíveis com Aprendizagem Baseada em Resolução de Problemas (ABRP). Como os professores de ciências parecem insuficientemente familiarizados com ABRP, precisam de formação e desenvolvimento profissional para conhecerem esta metodologia e utilizá-la nas suas práticas docentes, acedendo a informação sobre materiais apropriados e desenvolvendo competências para os preparar ou selecionar. Descrevem-se intervenções em ABRP no âmbito de Física e Química A, 10º ano, apresentam-se materiais preparados e resultados da sua utilização, discutindo-os e extraindo conclusões e implicações.

### **1. Contextualização**

Em diversos países, iniciou-se a utilização de Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) há dezenas de anos em escolas de medicina e atualmente aplica-se em diversas áreas, como enfermagem, direito, serviço social, gestão, engenharias e educação, em diversos níveis de ensino (Mergendoller *et al.*, 2006).

Os documentos curriculares para o 3º ciclo do Ensino Básico (EB) não correspondem a currículos baseados “em problemas mas sim em conhecimentos científicos e competências que podem ser alcançados/desenvolvidos através da RP ou da ABRP” (Morgado & Leite, 2011, p. 1325). Os programas das disciplinas do Ensino Secundário (ES), identicamente aos documentos curriculares do 3º ciclo do EB, não parecem referir explicitamente ABRP que, segundo Mergendoller *et al.* (2006), se centra em projetos, a desenvolver por alunos, devendo emergir de problemas pouco estruturados e enquadrados em situações realistas, mas hipotéticas, cuidadosamente pensados pelos professores para orientarem os alunos no sentido da consecução de metas e objetivos curriculares.

Os programas disciplinares do ES apresentam orientações compatíveis com a utilização de metodologias de ensino promotoras de ABRP, como se pode verificar no Programa de Física

e Química A, 10º ano (ME, 2001), seguidamente designado *Programa*. As referências explícitas a inter-relações Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) e a abordagens problemáticas, utilizando “grandes temas-problema da actualidade como contextos relevantes para o desenvolvimento e aprofundamento dos conceitos” (ME, 2001, p.5) podem considerar-se indicadores de abertura, ou de incentivo, para a introdução de inovações educativas, incluindo ABRP. A defesa de que os programas de Física e Química A incluam, entre outros, “temas actuais com valor social, nomeadamente problemas globais que preocupam a humanidade”, “relações entre experiências educacionais e experiências de vida”, “envolvimento activo dos alunos na busca de informação”, “conteúdos científicos permeados de valores e princípios” e “combinação de actividades de formatos variados” (ME, 2001, p. 5), reforça a perspectiva de abertura a inovações educativas, incluindo ABRP.

Porém, como em Portugal, os professores, em geral, não estarão suficientemente familiarizados com ABRP (Morgado & Leite, 2012), planear e implementar esta metodologia educativa nos EB e ES significará dificuldades e desafios acrescidos. Constituindo uma inovação, para que professores de ciências possam utilizar ABRP nas suas práticas docentes, planeando-as e orientando os seus alunos, de formas confortáveis e adequadas, é necessário envolverem-se “em ações de formação teórico-práticas, que, simultaneamente, lhes permitam compreender os fundamentos teóricos da abordagem e perceber como ela se pode concretizar no contexto real das salas de aula portuguesas” (Morgado & Leite, 2012, p.513). O estudo aqui apresentado decorreu: i) de uma ação de formação idêntica à descrita por Morgado & Leite (2012), com sessões presenciais totalizando vinte e cinco horas, mas com diferente calendarização e local de realização das sessões presenciais (14 e 28 de janeiro, 11 de fevereiro e 10 de março, de 2012, na Escola EB 2/3 Condeixa a Nova); ii) da organização de espaços de trabalho dos professores do grupo 510 na Escola onde decorreram as intervenções, dos horários das primeira e segunda autoras, do relacionamento interpessoal das autoras e de a terceira e quarta autoras participarem semanalmente em reuniões do núcleo de estágio da referida Escola, enquanto orientadora cooperante e orientadora científica de química, respetivamente.

## **2. Objetivos**

Descrever a preparação de práticas letivas orientadas para ABRP, incluindo a seleção do cenário, a elaboração do questionário de diagnóstico e de outros materiais e apresentar: i) questões formuladas pelos alunos e sua organização por subtemas curriculares; ii)

constituição de grupos de trabalho e temas considerados; iii) resultados da utilização de alguns materiais e de questões referentes aos subtemas curriculares estudados em ABRP, utilizadas em fichas de avaliação posteriores; iv) pontos de vista das professoras que implementaram ABRP e discutir o trabalho realizado; v) conclusões e implicações.

### **3. Fundamentação teórica**

A ABRP centra-se em projetos, que devem emergir de problemas pouco estruturados, a desenvolver pelos alunos com orientação do professor, realizando atividades que incluem formular problemas, identificar conhecimentos que é necessário mobilizar e/ou construir, elaborar um plano de ação, formular hipóteses propondo e defendendo soluções antes de identificar a mais adequada (Mergendoller *et al.*, 2006).

Uma característica essencial de ABRP é a utilização de cenários que: i) podem integrar problemas pouco estruturados e apresentar diversos formatos; ii) se destinam a estimular os alunos a associá-los a situações de vida real, discuti-las e formularem questões resultando em grupos de questões por temas (Dahlgren & Öberg, 2001). Assim, “os cenários fornecem um contexto significativo para os conceitos e princípios relacionados com trabalho profissional futuro” (Dahlgren & Öberg, 2001, p. 263), embora pareça que em ABRP “o seu papel serve diferentes propósitos em diferentes culturas académicas e profissionais, possivelmente dependendo de diferenças em perspetivas sobre o assunto e sobre aprendizagem” (Dahlgren & Öberg, 2001, p. 264), designadamente diferenças conceptuais e ontológicas sobre ABRP e sobre aprendizagem, mormente no âmbito curricular aplicável.

Temáticas envolvendo energia permitem estabelecer relações com ideias e conceitos de diversas áreas curriculares, apelam a “negociação, estruturação e desenvolvimento de atividades colaborativas” de professores e investigadores que, privilegiando problematização e diálogo em processos educativos, contribua para enfrentar problemas que quotidianamente surgem, em ciências curriculares como noutros âmbitos, designadamente relações interpessoais, familiares ou profissionais, e promover uma literacia científica “comprometida e de relevância social. Uma formação que esteja voltada para ampliar as condições para o exercício da cidadania (Angotti & Auth, 2001, p.25-26).

Esta perspetiva parece coerente com orientações do *Programa*, é inovadora e requer programas de formação e desenvolvimento profissional de professores que, segundo Hewson (2006), podem considerar diferentes perspetivas: i) do desenvolvimento profissional

proporcionado a professores de ciências; ii) das práticas letivas emanadas da participação neles; iii) dos alunos participantes nestas práticas. Em qualquer caso, “é necessário compreender as componentes do sistema que facilitam progresso ao longo do percurso” (Hewson 2006, p.1201).

Em ABRP, para avaliar como os alunos compreendem conceitos no âmbito das problemáticas que se pretendem abordar e os aplicam em situações reais (Lambros, 2004), devem diagnosticar-se as suas ideias prévias, utilizando questões de diversos tipos (Dahlgren & Öberg, 2001) que permitam avaliar conhecimentos prévios de complexidade diferenciada e, eventualmente, contribuam para avaliar como os alunos compreenderam conceitos e os aplicam em situações reais (como em ABRP), por exemplo administrando um questionário de diagnóstico como pré-teste e pós-teste.

#### **4. Metodologia**

Após as sessões presenciais da ação de formação referida, as autoras foram conversando informalmente sobre viabilidade de implementar ABRP em Física e Química A, 10º ano, por, naquele ano letivo (2011-12), ser o nível comum à primeira, segunda e terceira autoras, e por estas desenvolverem normalmente trabalho cooperativo. Vários fatores, anteriormente referidos, contribuíram para que procedimentos inerentes às decisões de implementar ABRP e à preparação dos materiais necessários envolvessem comunicação informal entre as autoras.

##### ***4.1 Enquadramento curricular de ABRP e seleção das turmas***

Para viabilizar a concretização desta metodologia educativa e não comprometer o cumprimento do *Programa*, a planificação anual do 10º ano foi alterada. Decidiu-se implementar ABRP nas duas turmas (com 27 e 28 alunos) da responsabilidade da primeira autora e da segunda, a seguir designadas apenas professoras, que lideraram os processos de planificação de ensino orientado para ABRP e de preparação dos materiais a utilizar, conversando com a terceira e quarta autoras quando entenderam pertinente ou necessário.

##### ***4.2 Questionário de diagnóstico***

Para o questionário de diagnóstico elaborou-se: i) um texto remetendo para problemáticas atuais referindo custos associados a consumos numa habitação, formas de reduzir o preço da fatura de eletricidade, melhorando o isolamento térmico de habitações e utilizando

equipamentos mais eficientes; ii) diversos tipos de questões (Dalghren & Öberg, 2001) relativas a diálogos incluídos no texto, umas limitando-se a respostas diretas, não complexas, com significados superficiais, enquanto outras solicitam fundamentos para opiniões expressas, requerendo respostas complexas que englobam significados não superficiais de conceitos (anexo 1). Em cada turma, na primeira aula de ABRP os alunos responderam ao questionário de diagnóstico, administrado como pré-teste, tendo-se administrado como pós-teste após a implementação de ABRP.

#### ***4.3 Seleção do cenário***

Para cenário selecionou-se uma notícia que inclui fontes de energia, impactos ambientais, conforto térmico nas residências e faturas de eletricidade (anexo 2), chamando a atenção para uma construção sustentável, assunto que pode integrar-se em “Energia – do Sol para a Terra” (ME, 2001, p. 62) e “A energia no aquecimento/arrefecimento de sistemas” (ME, 2001, p. 63). Em cada turma, na primeira aula de ABRP, depois de os alunos responderem ao questionário de diagnóstico, a professora apresentou o cenário e solicitou a formulação de questões, individualmente e por escrito.

#### ***4.4 Materiais para registos e avaliação***

Elaboraram-se grelhas para: i) observação e avaliação do trabalho a realizar pelos alunos, tendo em atenção a necessidade de registar interesse/empenho, participação/acompanhamento e autonomia de cada aluno dos grupos durante a realização dos trabalhos, de fundamentar e registar a auto e heteroavaliação do trabalho realizado nos grupos; ii) fundamentar a avaliação do trabalho final, pelos grupos, auto e heteroavaliação, e pelas professoras, preenchendo-as aquando das apresentações dos trabalhos realizados pelos grupos.

#### ***4.5 Análise e agrupamento das questões***

As questões formuladas pelos alunos foram analisadas pelas professoras e agrupadas, de modo que, em cada turma, dividida em grupos de três a seis alunos cada, ABRP incluísse a consecução dos objetivos de aprendizagem previstos em “Energia – do Sol para a Terra” (ME, 2001, p. 62) e “A energia no aquecimento/arrefecimento de sistemas” (ME, 2001, p. 63).

As professoras, de acordo com as especificações do *Programa* para estes tópicos, identificaram temáticas que seria necessário considerar nos projetos a desenvolver pelos grupos. Analisaram as questões formuladas individualmente pelos alunos, agruparam-nas

pelas temáticas consideradas e, como maioritariamente as questões se enquadravam em mais que uma temática, apresentaram aos alunos os agrupamentos efetuados solicitando que cada grupo escolhesse uma temática.

#### ***4.6 Implementação de ABRP: aulas, recursos e metodologia de recolha de dados***

Nos projetos realizados pelos grupos utilizaram-se seis aulas (duas de 135 min nas quais os alunos estão divididos em turnos), sendo a última destinada às apresentações dos trabalhos realizados pelos grupos. Para as restantes cinco aulas reservaram-se salas equipadas com vários computadores com acesso à internet, livros com informação variada sobre os temas, textos retirados de manuais escolares e outros considerados úteis e pertinentes. Estas intervenções ocorreram no final do segundo período, duas aulas, e no início do terceiro, quatro aulas, resultando em mais tempo – a terceira interrupção letiva – para os alunos trabalharem nos seus projetos, sem prejuízo do cumprimento do *Programa*.

Os dados foram recolhidos e analisados pelas professoras que implementaram ABRP adotando estratégias de observação participante que, segundo Bogdan & Biklen (1994), se integram em investigação qualitativa, descritiva, interessando-se o investigador por processos e produtos para, à medida que recolhe dados no ambiente natural e os trata, construir abstrações.

Para orientarem os alunos em ABRP e avaliarem as atividades realizadas, as professoras, recorrendo a grelhas previamente preparadas (4.4.), tanto preenchidas por si como pelos alunos, documentaram cuidadosamente diversos contextos, refletindo o que Bogdan & Biklen (1994) designam “questões da generalização” e permitindo que outros acedam a eles e se apercebam de como se articulam “com o quadro geral” (p.66).

### **5. Apresentação e discussão dos resultados**

A análise do cenário suscitou aos alunos das duas turmas questões de diversos tipos, incluindo enciclopédicas (Dalghren & Öberg, 2001), como “Quais os métodos tradicionais utilizados para o aquecimento/arrefecimento doméstico?”, a que se respondeu ou indicou como encontrar as respostas. No anexo 3 apresentam-se as questões para desenvolver ABRP, consideradas pelas professoras, que as analisaram e agruparam com base em afinidades entre elas, de modo que, em cada turma, os projetos a desenvolver pelos grupos permitissem a consecução dos objetivos de aprendizagem previstos em “Energia – do Sol para a Terra” (ME,

2001, p. 62) e “A energia no aquecimento/arrefecimento de sistemas” (ME, 2001, p. 63).

Nas tabelas 1, 2 e 3 apresenta-se a organização das questões (anexo 3) por grupos definidos em função das temáticas enquadradas nos subtemas selecionados para desenvolver ABRP.

**Tabela 1 – Agrupamento de questões dos alunos por temáticas do subtema curricular “A energia no aquecimento/arrefecimento de sistemas” (ME, 2001, p. 64)**

<b>Grupo – Temática</b>	<b>Questões formuladas pelos alunos</b>
I – Mecanismos de transferência de calor: condução e convecção.	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Como é possível a construção e desenvolvimento de infraestruturas de modo sustentável?</li> <li>♦ Que modelos de construção existem para diminuirmos o consumo de energia?</li> <li>♦ Como podemos aquecer as nossas casas sem gastar muito dinheiro?</li> </ul>
II – Capacidade térmica mássica e materiais condutores e isoladores de calor – condutividade térmica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Como podemos aquecer as nossas casas sem gastar muito dinheiro?</li> <li>Como podemos aquecer as nossas casas sem gastar dinheiro?</li> <li>♦ Que características devem ter os materiais a utilizar na construção civil, para obter um bom isolamento?</li> <li>♦ Como podemos aquecer as nossas casas sem gastar muito dinheiro?</li> <li>♦ Será possível usufruir do mesmo conforto a que estamos habituados gastando menos dinheiro?</li> </ul>
III – Coletores solares – funcionamento, colocação e orientação.	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Que soluções novas existem para diminuirmos o consumo de energia?</li> <li>♦ Que tipos de soluções energéticas podemos utilizar em situações de crise?</li> <li>♦ Como podemos aproveitar a energia solar no nosso país?</li> <li>♦ Como podemos fazer render a energia solar?</li> <li>♦ Que maneiras devemos optar para prevenir a escassez do petróleo.</li> <li>♦ Não haverá outras fontes de energia que possam substituir o petróleo, evitando também a emissão de CO<sub>2</sub> para a atmosfera?</li> </ul>

**Tabela 2 – Agrupamento de questões dos alunos na temática IV, Radiação solar na produção de energia elétrica e painel fotovoltaico - funcionamento, colocação e orientação, do subtema curricular “Energia – do Sol para a Terra” (ME, 2001, p. 62)**

<b>Questões formuladas pelos alunos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Que soluções novas existem para diminuirmos o consumo de energia?</li> <li>♦ De que formas mais eficientes e mais económicas podemos aproveitar os recursos naturais? Que tipos de soluções energéticas podemos utilizar em situações de crise?</li> <li>♦ Como podemos aproveitar a energia solar no nosso país?</li> <li>♦ Como podemos fazer render a energia solar?</li> <li>♦ Que maneiras devemos optar para prevenir a escassez do petróleo?</li> <li>♦ Não haverá outras fontes de energia que possam substituir o petróleo, evitando também a emissão de CO<sub>2</sub> para a atmosfera?</li> </ul>

As aulas destinadas a ABRP foram cuidadosamente planeadas pelas professoras para envolverem os alunos, ajudando-os a ver como os problemas poderiam “ocorrer no seu



próprio mundo real” (Lambros, 2004, p.28) e orientando-os no sentido da consecução de metas e objetivos curriculares (Mergendoller *et al.*, 2006) que integram educação *sobre* ciências e educação *pelas* ciências, além de educação *em* ciências, mais enfatizada nos programas anteriores (ME, 2001).

**Tabela 3 – Agrupamento de questões dos alunos nas temáticas no subtema curricular “A energia no aquecimento/arrefecimento de sistemas” (ME, 2001, p. 64): situações reais**

<b>Grupo – Temática</b>	<b>Questões formuladas pelos alunos</b>
V – Isolamento térmico de uma casa e equipamentos que melhoram o conforto térmico das habitações.	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Como podemos diminuir os custos com o consumo de energia?</li> <li>♦ Como podemos aquecer as nossas casas sem gastar muito dinheiro?</li> <li>♦ De que formas mais eficientes e mais económicas podemos aproveitar os recursos naturais?</li> </ul>
VI – Uso de equipamentos para uma construção sustentável.	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ O que pode contribuir para uma construção sustentável?</li> <li>♦ Que modelos de construção existem para diminuirmos o consumo de energia?</li> <li>♦ Quais os impactos negativos da indústria de construção?</li> <li>♦ Como é possível a construção e desenvolvimento de infraestruturas de modo sustentável?</li> <li>♦ Como podemos fazer render a energia solar?</li> <li>♦ De que formas mais eficientes e mais económicas podemos aproveitar os recursos naturais?</li> </ul>

Considera-se que as temáticas abordadas no trabalho desenvolvido pelos alunos nos grupos, em geral, contribuíram para a consecução destes objetivos, integrando conceitos de outras áreas em física e química e, como defende Fensham (2009), tomando a sério contextos do mundo real e aspetos sociais, económicos, éticos e estéticos, visando equilibrar aprendizagens de conteúdos conceptuais com as de natureza das ciências. Reconhecem-se, todavia, dificuldades associadas a áreas de formação das professoras em “ciências académicas” e carência de “experiência direta de investigação científica ou de investigar problemas reais do mundo” (Fensham, 2009, p.885), eventualmente atenuadas pelo contexto de trabalho das professoras, atempada preparação de materiais e metodologias de trabalho utilizadas.

Todos os alunos manifestaram interesse pelas temáticas abordadas e participaram no trabalho desenvolvido nos grupos, como evidenciam as fichas de observação preenchidas durante as aulas de ABRP. Na figura 1 apresentam-se excertos de registos então realizados pelas duas professoras, relativos a três aulas e a dois grupos de cada turma (nomes omitidos para preservar o anonimato).

As professoras consideram que os alunos, em geral, trabalharam empenhadamente no

desenvolvimento dos projetos realizados, mesmo os que, noutras aulas, eram pouco empenhados e não pareciam interessados em acompanhar o desenvolvimento das atividades.

As classificações atribuídas aos alunos no final do terceiro período letivo integraram as atividades de ABRP, que foram avaliadas pelos alunos (auto e heteroavaliação) e pelas professoras. Nas figuras 2 e 3 apresentam-se excertos dos registos então realizados.

GRUPOS	Interesse /Empenho	Acompanha/Participa	AUTONOMIA
2	1-2-2	1-2-2	1-1-1
	2-2-2	2-2-2	1-1-1
	1-1-2	1-1-1	0-0-0
	1-2-2	1-1-2	1-1-1
	1-2-2	1-1-2	1-1-1
3	2-2-2	2-2-2	1-1-1
	1-2-2	1-2-2	1-1-1
	2-2-2	2-2-2	1-1-1
	2-2-2	2-2-2	1-1-1

GRUPOS	INTERESSE /EMPENHO	ACOMPANHA/ PARTICIPA	AUTONOMIA
2	2-2-2	1-1-1	1-1-1
	2-2-2	2-2-2	1-1-1
	1-1-1	1-1-1	0-0-0
	1-1-1	1-1-1	1-1-1
	1-1-1	1-1-1	1-1-1
	2-2-2	1-1-1	1-1-1
3	2-2-2	1-1-1	1-1-1
	2-2-2	2-2-2	1-1-1
	2-2-2	2-2-2	1-1-1
	1-1-1	1-1-1	0-0-0
	2-2-2	1-1-1	1-1-1

Nota: 1 e 2 significam, respetivamente, algum e muito Interesse/Empenho e Acompanha/Participa, mas por vezes está desatento e Acompanha/Participa sempre, enquanto 0 e 1, na última coluna, significam sem e com autonomia, respetivamente.

**Figura 1 – Excertos de registos nas grelhas de observação do trabalho dos grupos, nas aulas de ABRP**

Na figura 2 apresentam-se registos de dois alunos (em dois grupos, um de cada turma) relativos à avaliação do trabalho realizado pelos próprios e pelos colegas em cada grupo (nomes e números apagados para preservar o anonimato).

	DOMÍNIOS					TOTAL
	ATITUDINAL		PROCEDIMENTAL		CONCEPTUAL	
	Partilha	Responsabilidade	Seleção de informação	Organização de informação	Aquisição de saberes	
	- Não apresenta informação nem realiza tarefas ou fá-lo isoladamente + Partilha efectivamente a informação e as tarefas	- Desconhece o conceito de prazo + Agenda e cumpre autonomamente os prazos definidos	- não estabelece qualquer critério para a selecção de informação + Recolhe informação adequada em fontes de qualidade	- Apresenta a informação tal como a recolheu + Estrutura a informação de forma clara, coerente e criativa	- Não adquiriu os conceitos necessários ao trabalho + Adquiriu (e aplicou) os conceitos essenciais	
Auto-avaliação	5	5	4	4	3	4
Hetero-avaliação						
Nº / Nome	Partilha	Responsabilidade	Seleção de informação	Organização de informação	Aquisição de saberes	
1	1	1	1	1	1	1
2	5	5	4	4	3	4
3	1	1	1	1	1	1
4	5	5	4	4	3	4

Níveis de desempenho: 1 = Mau; 2 = Mediocre; 3 = Suficiente; 4 = Bom; 5 = Muito Bom

	DOMÍNIOS					TOTAL
	ATITUDINAL		PROCEDIMENTAL		CONCEPTUAL	
	Partilha	Responsabilidade	Seleção de informação	Organização de informação	Aquisição de saberes	
	- Não apresenta informação nem realiza tarefas ou fá-lo isoladamente + Partilha efectivamente a informação e as tarefas	- Desconhece o conceito de prazo + Agenda e cumpre autonomamente os prazos definidos	- não estabelece qualquer critério para a selecção de informação + Recolhe informação adequada em fontes de qualidade	- Apresenta a informação tal como a recolheu + Estrutura a informação de forma clara, coerente e criativa	- Não adquiriu os conceitos necessários ao trabalho + Adquiriu (e aplicou) os conceitos essenciais	
Auto-avaliação	3	3	2	3	3	3
Hetero-avaliação						
Nº / Nome	Partilha	Responsabilidade	Seleção de informação	Organização de informação	Aquisição de saberes	
1	4	4	4	4	4	4
2	4	4	4	4	4	4
3	3	3	3	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4

Níveis de desempenho: 1 = Mau; 2 = Mediocre; 3 = Suficiente; 4 = Bom; 5 = Muito Bom

**Figura 2 – Registos de dois alunos na grelha de avaliação do trabalho realizado nos grupos respetivos**

O trabalho apresentado pelos grupos foi avaliado por todos os alunos, auto e heteroavaliação, e pelas professoras, preenchendo as grelhas preparadas para o efeito.

Apresentam-se, na figura 3, registos de dois grupos relativos à avaliação dos trabalhos dos grupos e, na figura 4, exemplos de grelhas preenchidas pelas professoras relativamente à

apresentação dos trabalhos de dois grupos.

## AVALIAÇÃO DO TRABALHO FINAL

ESCOLA SECUNDÁRIA C/ 2º E 3º CEB QUINTA DAS FLORES  
Ano lectivo 2011/2012

### GRELHA DE AVALIAÇÃO DOS TRABALHOS DE GRUPO

A presente grelha é um instrumento de **auto e hetero-avaliação** da apresentação dos trabalhos de grupo.

Preencha-na, colocando uma cruz na quadrícula correspondente de acordo com o nível de consecução verificado: **1 = Mau ; 2 = Mediocre; 3 = Suficiente; 4 = Bom; 5 = Muito Bom**

Identificação		Escalas				
Indicadores	Itens	1	2	3	4	5
Organização	Estruturação de ideias (introdução, desenvolvimento e conclusão)					X
Linguagem	Coesão e Coerência discursivas					X
	Riqueza e precisão do vocabulário					X
Postura	Respeito pelas convenções da situação/ Asseratividade					X

**HETERO - AVALIAÇÃO**

Identificação		Escalas				
Indicadores	Itens	1	2	3	4	5
Organização	Estruturação de ideias (introdução, desenvolvimento e conclusão)					X
Linguagem	Coesão e Coerência discursivas		X			
	Riqueza e precisão do vocabulário			X		
Postura	Respeito pelas convenções da situação/ Asseratividade					X

**AUTO - AVALIAÇÃO**

Identificação do Grupo:		Escalas				
Indicadores	Itens	1	2	3	4	5
Organização	Estruturação de ideias (introdução, desenvolvimento e conclusão)					X
Linguagem	Coesão e Coerência discursivas					X
	Riqueza e precisão do vocabulário					X
Postura	Respeito pelas convenções da situação/ Asseratividade					X

**HETERO - AVALIAÇÃO**

Identificação		Escalas				
Indicadores	Itens	1	2	3	4	5
Organização	Estruturação de ideias (introdução, desenvolvimento e conclusão)					X
Linguagem	Coesão e Coerência discursivas					X
	Riqueza e precisão do vocabulário					X
Postura	Respeito pelas convenções da situação/ Asseratividade					X

**Figura 3 – Excertos de registos efetuados por dois grupos na grelha de avaliação, auto e hetero, do trabalho final**

Nas duas figuras, apagaram-se os nomes para preservar o anonimato e os registos referem-se a um grupo de cada turma.

Identificação		Escalas				
Indicadores	Itens	1	2	3	4	5
Organização	Estruturação de ideias (introdução, desenvolvimento e conclusão)					X
Linguagem	Coesão e Coerência discursivas					X
	Riqueza e precisão do vocabulário					X
Postura	Respeito pelas convenções da situação/ Asseratividade					X

OBS: *Quão se esforçaram A e B em apresentar o trabalho final de dois grupos.*

Identificação		Escalas				
Indicadores	Itens	1	2	3	4	5
Organização	Estruturação de ideias (introdução, desenvolvimento e conclusão)					X
Linguagem	Coesão e Coerência discursivas					X
	Riqueza e precisão do vocabulário					X
Postura	Respeito pelas convenções da situação/ Asseratividade					X

OBS: *Todos trabalharam, mas distraíram-se a meio da apresentação.*

Nota: 1,2, 3, 4 e 5 significam mau, medíocre, suficiente, bom e muito bom respetivamente.

**Figura 4 – Excertos de um registo de cada professora nas grelhas de avaliação da apresentação do trabalho final de dois grupos**

As memórias partilhadas do envolvimento dos alunos nos percursos de ABRP indicam a utilização de “pedagogias atraentes”, requeridas, segundo Fensham (2009, p.894), para realizar o potencial de contextos exteriores aos escolares dos alunos para os interessar intrinsecamente, adicionando-lhes “uma qualidade extrínseca” resultante dos seus “significados sociais ou globais”.


Além destas avaliações, as respostas às questões apresentadas em fichas de avaliação referentes a assuntos estudados em ABRP, realizadas ao longo do 3º período letivo, permitiram avaliar aprendizagens efetuadas pelos alunos em situações comuns de avaliação.

Além de questões requerendo explicações, como as apresentadas na figura 5, nestas fichas de avaliação utilizaram-se outros tipos, como questões requerendo respostas curtas de escolha múltipla, de escolha de alternativas para completar frases e de resolução de exercícios numéricos – formatos idênticos aos utilizados em provas nacionais, testes intermédios e exames nacionais.

1. Há vários anos que os cientistas alertam a população e os governantes para o facto de as fontes não renováveis de energia poderem esgotar-se num futuro próximo. As previsões variam, mas apontam para o esgotamento do petróleo, do gás natural e do carvão dentro de 50, 70 e 160 anos respetivamente. Ora, a dependência destes combustíveis fósseis é enorme: estima-se que 80% da energia consumida pela humanidade provenha destes combustíveis. Assim, é necessário recorrer com urgência às fontes de energia renováveis. Aparecem então artigos como este:

*Em matéria de energia eólica, Portugal tem-se revelado um aluno aplicado e cumpridor. Neste momento, a percentagem de penetração eólica, com 2500 MW de potência instalada, dá-nos um 3º lugar no pódio, atrás da Espanha e da Dinamarca (os termos absolutos a Alemanha continua a ser o campeão, destacadíssimo, com mais de 22 000 MW). Em 2012, passaremos dos 10 para os 12%, e em 2013 para os 20% de eletricidade produzida a partir de fontes eólicas.*

“Dossier Energias Alternativas” in “Visão”, 25 de dezembro de 2008



7. Numa instalação solar de aquecimento de água, a energia da radiação solar absorvida na superfície das placas do coletor é transferida sob a forma de calor, por meio de um fluido circulante, para a água contida num depósito, como se representa na figura abaixo. A variação da temperatura da água no depósito resultará do balanço entre a energia absorvida e as perdas térmicas que ocorrerem.

7.1. Numa instalação solar de aquecimento de água para consumo doméstico, os coletores solares ocupam uma área total de  $4,0 \text{ m}^2$ . Em condições atmosféricas adequadas, a radiação solar absorvida por estes coletores é, em média,  $800 \text{ W/m}^2$ . Considere um depósito, devidamente isolado, que contém  $150 \text{ kg}$  de água. Verifica-se que, ao fim de 12 horas, durante as quais não se retirou água para consumo, a temperatura da água do depósito aumentou  $30^\circ\text{C}$ . **1ª fase 2007** Calcule o rendimento associado a este sistema solar térmico. Apresente todas as etapas de resolução.

**c** ( $\text{capacidade térmica mássica da água}$ ) =  $4,185 \text{ kJ kg}^{-1} ^\circ\text{C}^{-1}$

7.2. Numa instalação solar térmica, as perdas de energia poderão ocorrer de três modos: condução, convecção e radiação. Explique em que consiste o mecanismo de perda de energia térmica por condução.



**Figura 5 – Questões referentes a assuntos estudados em ABRP integradas em fichas de avaliação realizadas no 3º período letivo**

De acordo com critérios de avaliação definidos pelo Conselho Pedagógico da Escola, os registos das professoras nas fichas de observação dos trabalhos dos grupos (figura 1) e de avaliação dos produtos apresentados (figura 4) repercutiram-se nas classificações dos alunos, no parâmetro “Aprender a fazer/conhecer”, em atividades práticas de sala de aula (10%); as aprendizagens realizadas, evidenciadas em respostas a testes escritos e fichas de controlo, refletiram-se nas classificações atribuídas aos alunos, no mesmo parâmetro “Aprender a fazer/conhecer” (50%).

## 6. Conclusões e implicações

Apresentam-se conclusões que as secções anteriores aparentemente permitem formular.

a) Os projetos desenvolvidos pelos grupos de alunos integram características de ABRP, segundo Mergendoller *et al.* (2006), como terem emergido de problemas pouco estruturados integrados no cenário e quicá no questionário de diagnóstico e integrarem atividades orientadas pelas professoras, incluindo propostas e defesa de soluções.

b) Os percursos de ABRP implementados:

182

- i) Emanaram da participação das professoras, numa ação de formação contínua, podendo também considerar-se processos de formação e desenvolvimento profissional que requereram “prestar cuidada atenção à viagem e aos recursos” permitindo compreender “componentes do sistema que facilitam progresso ao longo do percurso” (Hewson 2006, p.1201), como relacionamento interpessoal, protocolos de cooperação entre universidades e escolas básicas e secundárias, organização de espaços de trabalho e de horários de professores;
- ii) Permitiram explorar inter-relações CTS, equilibrar educação *em, sobre e pelas* ciências, como preconiza o *Programa* (ME, 2001), avaliar comportamentos dos alunos nos percursos realizados pelos grupos e nas apresentações finais e integrar essas avaliações nas classificações atribuídas aos alunos no terceiro período;
- iii) Envolveram “estruturação e desenvolvimento de atividades colaborativas”, pelas autoras e pelos alunos, que privilegiaram problematização e diálogo em processos educativos, numa perspetiva formativa “voltada para ampliar as condições para o exercício da cidadania” (Angotti & Auth, 2001, p.25).

Os referidos percursos de ABRP apontam para a necessidade de: i) articular investigação em ABRP com práticas letivas envolvendo a produção de materiais, sua divulgação e discussão com professores; ii) reforçar referências explícitas dos documentos curriculares a abordagens problemáticas e a experiências de vida; iii) considerar implicações de iniciativas internacionais, como o projeto PISA, “para renovar o interesse em educação em ciências baseada em contextos” (Fensham, 2009, p. 885) e para avaliar diferentes dimensões de literacia científica (OECD, 2007).

**Agradecimentos:** Este trabalho foi realizado no âmbito do projeto Educação em Ciências para a Cidadania através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (PTDC/CPE-CED/108197/2008), financiado pela FCT no âmbito do Programa Operacional Temático Factores de Competitividade (COMPETE) do quadro Comunitário de Apoio III e participado pelo Fundo Comunitário Europeu (FEDER).

## 7. Referências bibliográficas

- Angotti, J. & Auth, M. (2001). Ciência e tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. *Ciência & Educação*, 7(1), 15-27.
- Bogdan, R. & Biklen, S. (1994). *Investigação Qualitativa em Educação – uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Dahlgren, M. & Öberg, G. (2001). Questioning to learn and learning to question: Structure and function of problem based learning scenarios in environmental science education. *Higher Education*, 41, 263-282.

Fensham P. (2009). Real World Contexts in PISA Science: Implications for Context-Based Science Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 884–896.

Hewson, P. (2006). Teacher Professional Development in Science. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education*. New Jersey & London: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, 1117-1203.

Lambros, A. (2004). *Problem-Based Learning in middle and high school classrooms*. Thousand Oaks: Corwin Press.

ME (Ministério da Educação) (2001). *Programa de Física e Química A 10º ou 11º anos*. Lisboa: Ministério da Educação.

Mergendoller, J., Markham, T., Ravitz, J. & Larmer, J. (2006). Pervasive management of project based learning: Teachers as guides and facilitators. In C. M. Evertson & C. S. Weinstein (Eds.), *Handbook of classroom management: Research, practice, and contemporary issues*. Mahwah, NJ: Erlbaum, 583-615.

Morgado, S. & Leite, L. (2011). Os problemas no ensino e na aprendizagem das ciências: Perspectivas dos documentos oficiais. *Libro de Actas do XI Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia* (pp. 1323-1334). Coruña: Universidade da Coruña.

Morgado, S. & Leite, L. (2012). Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: efeitos de uma ação de formação de professores de Ciências e de Geografia. Em Domínguez Castiñeiras, J.M. (Ed.). *XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 511-518). Santiago de Compostela: Universidade de Santiago de Compostela.

OECD (2007). *PISA™ 2006 Science Competencies for Tomorrow's World*. Volume 1 – Analysis.

## 8. Anexos

### Anexo 1

	<b>FÍSICA E QUÍMICA - A</b> <b>FICHA DE AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA</b>	<b>10ºANO</b>
---	--	---------------

Nome \_\_\_\_\_ Nº \_\_\_\_ Turma \_\_\_\_ Data \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

#### Lê atentamente o texto que se segue.

A D. Joana recebeu a fatura da EDP e ficou admirada.

— Como é possível gastar tanto?!, pensou em voz alta.

Chamou o Sr. João, electricista seu conhecido, pensando que alguma coisa não estaria bem na sua instalação elétrica, uma vez que a casa já era do tempo dos seus pais.

Depois de verificar tudo e de não encontrar nada de anormal, o Sr. João disse-lhe:

— A instalação está ótima, mas a senhora provavelmente gasta muita energia em banhos, aquecimento e máquinas. A senhora já pensou em instalar equipamento que lhe permita não gastar tanta energia da rede elétrica?

Mais tarde, a D. Joana falou com um arquiteto amigo, que após analisar documentos relativos à construção e proceder a observações na casa, lhe disse que esta arrefecia e aquecia muito rapidamente porque não tinha um bom isolamento. Por isso a D. Joana gastava demasiada energia da rede elétrica e tinha que pagar tanto à EDP.

O arquiteto referiu ainda que a casa tinha muitas janelas e nem sempre bem orientadas. Como era relativamente antiga, as janelas eram feitas de madeira e vidros simples.

#### Responde agora às seguintes questões:

1. Na tua opinião, a sugestão do Sr. João é válida?

Sim ☐

Não ☐

Tenho dúvidas ☐

Justifica a tua resposta. \_\_\_\_\_

2. Pensas que a D. Joana poderia produzir energia, em sua casa, para aquecimento de água, da casa, ...?

Sim ☐ Como? \_\_\_\_\_  
Não ☐ Porquê? \_\_\_\_\_  
Tenho dúvidas ☐ Justifica a tua resposta. \_\_\_\_\_  
Por que razão terá o arquiteto falado nas janelas da casa? \_\_\_\_\_

**3. Concordas com a opinião do arquiteto quanto ao isolamento da casa?**

Sim ☐ Como poderia a D. Joana resolver o problema do isolamento da casa? \_\_\_\_\_  
Não ☐ Porquê? \_\_\_\_\_  
Tenho dúvidas ☐ Justifica a tua resposta. \_\_\_\_\_

**Anexo 2: CENÁRIO**

“A política de crescimento económico com base no carbono, tem posto em evidência a necessidade de se discutir que tipos de desenvolvimento se pretendem, sendo que a atual nos está a conduzir no sentido de comprometermos as gerações vindouras e sermos “maus antepassados”.

“A indústria da construção, onde a produção de edifícios está inserida, é uma atividade que produz grandes impactos negativos e daí a necessidade de utilização de uma construção sustentável.

Um dos setores em que se consome mais energia é no aquecimento/arrefecimento doméstico. O conforto térmico das nossas casas é muito importante para o nosso bem-estar e qualidade de vida. Mas os custos ambientais e da fatura energética, usando os métodos tradicionais são muito elevados. Assim em situações de crise, procuram-se novas soluções que:

- Diminuam os custos com o consumo de energia;
- Tornem mais eficiente a casa que construímos aproveitando os recursos energéticos que a natureza nos oferece.

Neste sentido, tem-se procurado encontrar outros modelos de construção.

Vivendo nós num país tão ensolarado, como podemos aproveitar este recurso natural, de forma a termos o conforto necessário quer no inverno quer no verão de um modo mais racional?

*Adaptado de Pinto, Reaes*  
**ARQUITETURA DE HABITAÇÃO SUSTENTÁVEL**  
*Jornadas de Desertificação e Despovoamento/Univ. Lusófona*

**Anexo 3: Transcrição das questões que a análise do cenário suscitou aos alunos**

- ♦ O que pode contribuir para uma construção sustentável?
- ♦ Como é possível a construção e desenvolvimento de infraestruturas de modo sustentável?
- ♦ Que modelos de construção existem para diminuirmos o consumo de energia?
- ♦ Quais os impactos negativos da indústria de construção?
- ♦ Como reduzir os impactos negativos através da utilização de uma construção sustentável?
- ♦ Em que se baseia a construção sustentável?
- ♦ Que características devem ter os materiais a utilizar na construção civil, para obter um bom isolamento?
- ♦ *Como podemos diminuir os custos com o consumo de energia?*
- ♦ *Que soluções novas existem para diminuirmos o consumo de energia?*
- ♦ Que tipos de soluções energéticas podemos utilizar em situações de crise?
- ♦ Que maneiras devemos optar para prevenir a escassez do petróleo?
- ♦ Não haverá outras fontes de energia que possam substituir o petróleo, evitando também a emissão de CO<sub>2</sub> para a atmosfera?
- ♦ Como podemos aproveitar a energia solar no nosso país?
- ♦ Como podemos fazer render a energia solar?
- ♦ Como podemos aquecer as nossas casas sem gastar muito dinheiro?
- ♦ Será possível usufruir do mesmo conforto a que estamos habituados gastando menos dinheiro?
- ♦ De que formas mais eficientes e mais económicas podemos aproveitar os recursos naturais?

## **A Resolução de Problemas socio-científicos: que competências evidenciam os alunos de 7º ano?**

**Marisa Silva<sup>1</sup>, Laurinda Leite<sup>2</sup> & Alexandra Pereira<sup>3</sup>**

*<sup>1</sup>Mestranda do Instituto de Educação, Universidade do Minho, Braga, Portugal; <sup>2</sup>Instituto de Educação, Universidade do Minho, Braga, Portugal; <sup>3</sup>Escola EB 2,3 André Soares, Braga, Portugal*

### **Resumo**

Numa sociedade democrática e científica e tecnologicamente avançada, os cidadãos são confrontados com problemas cuja resolução requer a tomada de decisões sobre assuntos socio-científicos. A Escola deve dotar os alunos de competências necessárias para a Resolução de Problemas (RP) que a constante evolução científica e tecnológica lhes coloca, de modo a que consigam adaptar-se constantemente aos novos contextos que resultam dessa evolução. Nesta investigação averiguou-se as competências de RP evidenciadas por uma turma de alunos de 7º ano de escolaridade. Da análise das resoluções de dois problemas, relacionados com assuntos do âmbito da disciplina de Ciências Físico-Químicas, constatou-se que a maior parte dos participantes no estudo evidencia apenas algumas das competências necessárias à RP, pelo que se afigura necessário trabalhar com problemas nas aulas de ciências, de modo a fomentar o desenvolvimento de todas as competências relevantes para o fim em causa.

### **1. Contextualização**

O mundo globalizado no qual vivemos encerra, em si, profundas transformações científico-tecnológicas e exige cidadãos polivalentes, criativos e com capacidade de Resolução de Problemas (RP) que lhes permita adaptação a mudanças. Neste sentido, sendo os problemas parte integrante da vida quotidiana, torna-se imperativo que os cidadãos, quando confrontados com problemas, os saibam resolver de forma eficiente e fundamentada. Por outro lado, sendo certo que a sociedade necessita, cada vez mais, de indivíduos ativos, a Escola, enquanto instituição formadora para a vida e para a sociedade, possui um papel preponderante neste intento, pelo que, como defendem Ratcliffe & Grace (2003), deve contribuir para a formação de cidadãos informados, críticos, autónomos e responsáveis, que sejam capazes de resolver problemas e de enfrentar com confiança novas situações problemáticas.

No Currículo Nacional do Ensino Básico (CNEB) (DEB, 2001a) que, apesar de revogado há mais de um ano, continua a influenciar, do ponto de vista educativo, por exemplo, os manuais escolares em vigor, verifica-se a existência de referências a problemas que são explícitas, nas competências gerais número um (“Mobilizar saberes culturais, científicos e tecnológicos para compreender a realidade e para abordar situações e problemas do quotidiano” (p.17);) e sete (“Adotar estratégias adequadas à resolução de problemas e à tomada de decisões” (p.23)) e implícitas, na competência número seis (“Pesquisar, seleccionar e organizar informação para a



transformar em conhecimento mobilizável” (p.22)).

No caso das Orientações Curriculares para as Ciências Físicas e Naturais (OCCFN) (DEB, 2001b), em situação idêntica à do Currículo, constata-se a existência de várias referências a problemas, ao longo das competências específicas que os alunos devem desenvolver com vista a alcançarem um bom nível de literacia científica. No entanto, refira-se que a RP é mencionada apenas implicitamente, através de referências à concretização de atividades de pesquisa, de investigação e de projetos que estão relacionadas com a RP, nomeadamente na disciplina de Ciências Físico-Químicas.

Assim, e tal como referem Morgado & Leite (2011), tanto o CNEB (DEB, 2001a) como as OCCFN (2001b), alinhados com as perspetivas atuais para a educação em ciências (Martins, 2011), reconhecem e promovem a RP, pelo que a mesma, embora não sendo explicitamente mencionada nas novas Metas Curriculares do 3º Ciclo do Ensino Básico – Ciências Físico-Químicas (DEB, 2013), deve ser utilizada pelos professores em contexto sala de aula, a fim de prepararem os alunos para se manterem atualizados ao longo da vida.

## **2. Objetivos**

O objetivo deste estudo foi, precisamente, averiguar quais são as competências de RP que alunos do 7º ano de escolaridade evidenciam quando solicitados a resolver problemas do dia-a-dia relacionados com assuntos do âmbito da disciplina de Ciências Físico-Químicas. A informação recolhida será relevante para organizar o ensino de temas científicos, de modo mais consistente com a formação e as competências prévias dos alunos.

## **3. Fundamentação teórica**

No dia-a-dia, ao termo problema é atribuída uma polissemia de significados, normalmente associados a dificuldades que o sujeito tem que enfrentar. Por outro lado, do ponto de vista educacional, muitas vezes aquele conceito é confundido com o de exercício, não se tirando o devido partido educativo de nenhum deles. Deste modo, alguns educadores da área das Ciências tentaram esclarecer e distinguir os seus significados, pois, embora existam denominadores comuns entre os dois conceitos, existem também diferenças que importa assinalar, a fim de serem criteriosamente selecionados para utilização em sala de aula, em função dos objetivos educacionais a alcançar.

Na área da Educação em Ciências, vários têm sido os autores (Dumas-Carré & Goffard, 1997; Lopes, 1994; Perales-Palacios, 2000) a defender a necessidade de se estabelecer as devidas diferenças entre os conceitos de exercício e de problema. É certo que os exercícios e os problemas são apresentados aos alunos sob a forma de um enunciado que, por sua vez, implica a realização de uma tarefa para se obter uma solução. No entanto, os conteúdos dos enunciados desses dois tipos de recursos didáticos apresentam diferenças consideráveis. Nos exercícios, os dados fornecidos são explícitos, o modo de resolução é familiar ao resolvidor e único, passando pela utilização de um algoritmo, a sua solução é única e, por isso, o obstáculo que apresentam é reduzido. Nos problemas, os dados encontram-se implícitos, o processo de resolução é desconhecido, podem ser resolvidos de várias maneiras e podem ter, ou não, solução(ões), pelo que o obstáculo a enfrentar é elevado.

Para Perales-Palacios (2000), é, ainda, possível distinguir os problemas atendendo à tarefa descrita no enunciado e ao tipo de solução a obter. Assim, este autor categoriza-os, por um lado, em quantitativos (quando envolvem o cálculo matemático através de recurso a expressões matemáticas) ou em qualitativos (quando envolvem operações intelectuais sem recurso a valores numéricos) e, por outro lado, em fechados (quando a solução é única) ou abertos (quando existem várias soluções). Acresce que Dumas-Carré & Goffard (1997) utilizam a designação de problemas fechados para os problemas escolares e comparam os problemas abertos a problemas da vida quotidiana. Estes autores consideram que estes últimos problemas não visam uma única solução, dado que decorrem de situações inesperadas que podem ser solucionadas de diversas formas, embora algumas delas possam ser mais convenientes do que outras.

Assim, neste texto, o termo problema tem a ver com enunciados que apresentam um obstáculo ao resolvidor, sendo que este não conhece o modo de o ultrapassar, isto é, o seu processo de resolução não é conhecido *a priori* e pode existir uma ou mais soluções, ou até não haver nenhuma solução (Dumas-Carré & Goffard, 1997; Lopes, 1994; Neto, 1998). No entanto, existe um outro aspeto que merece destaque e que se relaciona com a dificuldade que existe em se classificar, em termos absolutos, um enunciado como exercício ou como problema (Dumas-Carré & Goffard (1997); Gil-Perez & Martinez-Torregrosa, 1987; Lopes 1994; Neto, 1998; Perales-Palacios, 2000). Para estes autores, um obstáculo só existirá se não se souber como o transpor e deixará de existir ou será reduzido cada vez que o resolvidor o ultrapassar. Assim, a familiaridade com um dado enunciado, pode fazer com que ele constitua um problema para uns e não para outros.

Aos exercícios e aos problemas são-lhes reconhecidas potencialidades educativas (Esteves & Leite, 2005). Os primeiros podem ser introduzidos no final do processo de ensino, com o propósito de operacionalizar ou exemplificar um conceito, exercitar o uso de técnicas, regras ou leis; os segundos podem ser utilizados no sentido de otimizar estratégias de raciocínio, de desenvolver os conhecimentos conceituais e procedimentais, de promover as atitudes face ao conhecimento científico e, ainda, de fomentar o relacionamento interpessoal. Atendendo à sua versatilidade, podem ser usados em diversas fases do processo de ensino e, consoante a fase em que são usados, permitem desenvolver diferentes competências (Dumas-Carré & Goffard, 1997; Esteves & Leite, 2005; Lopes, 1994; Perales-Palacios, 2000). Assim, se forem usados antes do processo de ensino podem permitir identificar conhecimentos e competências prévias, se forem aplicados durante o processo de ensino permitirão aprofundar as novas aprendizagens e se forem usados após o ensino servirão para avaliar as aprendizagens realizadas.

Esta diferença entre os dois tipos de enunciados, de problemas e de exercícios, em termos de utilidade educativa, pode ser traduzida pela seguinte afirmação de Lopes (1994): “um problema inibe a tendência dos resolvedores para o imediatismo e convida à reflexão e compreensão da situação física antes de se começar a manipular a informação numérica e a uma avaliação da resolução, o que geralmente não acontece quando se resolve um exercício” (p.27). Contudo, Ramirez-Castro, Gil-Perez & Martinez-Torregrosa (1994) advogam que os alunos preferem mecanizar resoluções de problemas esperar pela resolução do professor. Este comportamento por parte dos alunos requer que os professores, em vez de valorizarem essencialmente o produto, valorizem, também, o processo, de modo a fomentarem o desenvolvimento de competências de RP.

As competências de RP têm a ver com formas de enfrentar um enunciado de um problema, de o resolver e de avaliar a solução obtida ou as consequências da sua não existência. Diversos autores referem diversas competências de RP que foram sintetizadas por Vieira (2007), como se segue:

- identifica/ interpreta/compreende a situação problemática criada
- prevê/identifica fatores relevantes e avalia o peso relativo dos mesmos
- planifica/define múltiplas tarefas conducentes à resolução do problema
- prevê/identifica fontes de pesquisa
- planifica estratégias de resolução
- pondera a necessidade do trabalho de equipa e da discussão de opiniões

- conclui e finaliza raciocínios
- efetua juízos críticos/ valorativos

Estudos sobre as competências de RP de alunos portugueses de 8º ano (Vieira, 2007) e de 9º ano (Carvalho, 2009; Gandra, 2001) sugerem que, por um lado, este conjunto de competências abrange todas as competências de RP relevantes a analisar e, por outro lado, o domínio das diversas competências não é o mesmo para todos os alunos. Acresce que as competências relativas a realização de juízos críticos/valorativos; reconhecimento da necessidade do trabalho de equipa e da discussão de opiniões, bem como da previsão/identificação de fontes de pesquisa foram aquelas em que Vieira (2007) notou menor evolução.

Chang & Barufaldi (1999), num estudo que procurou investigar os efeitos que a RP provocaria nas competências de alunos do 9º ano de escolaridade ao resolverem problemas, constataram que a RP levou a uma melhoria significativa no desempenho dos alunos ao nível da RP e que eles próprios consideraram que lhes permitiu desenvolver, não só as suas capacidades de análise, observação e raciocínio lógico e coerente, mas também competências procedimentais relevantes para a RP.

#### **4. Metodologia**

Para o presente trabalho foram elaborados dois problemas relacionados com o quotidiano do cidadão comum (anexo), um sobre escolha de um telemóvel e outro sobre escolha de uma varinha mágica, que requerem a utilização conceitos científicos. Os problemas foram validados por três especialistas da área de Educação em Ciências, a fim de averiguar da adequação dos enunciados ao fim a que se destinavam, e com uma professora de Ciências Físico-Químicas que se pronunciou sobre a adequação dos enunciados a alunos de 7º ano. Depois de se ajustar a linguagem do enunciado, em função dos comentários recebidos, os problemas foram aplicados a uma turma do 7º ano de escolaridade (N=18), tendo sido resolvidos individualmente. As resoluções dos problemas efetuadas pelos alunos foram analisadas com base no conjunto de competências acima referido. Contudo, ao contrário do que aconteceu em outros estudos (ex: Carvalho, 2009; Gandra, 2001; Vieira, 2007), em que apenas se registou a presença ou a ausência da competência, neste caso considerou-se também, a presença parcial da mesma, o que permitiu uma melhor discriminação das respostas obtidas.

## 5. Apresentação e discussão dos resultados

### 5.1 Problema do telemóvel

O problema do telemóvel solicitava aos alunos que se colocassem na situação de funcionários de uma empresa multinacional e que seleccionassem e propusessem o modelo de telemóvel que melhor satisfizesse as suas necessidades associadas às funções que desempenhavam. A tabela 1 mostra que, nas resoluções apresentadas pelos alunos, apenas foram encontradas evidências da presença, total e/ou parcial, das competências C1, C2 e C6.

Relativamente à competência C1, cerca de um quarto dos alunos (27,8%) apresentaram respostas que evidenciam, de modo claro, que os mesmos compreenderam a situação problemática (escolha de um telemóvel para propor a sua aquisição) e identificaram um conjunto de características/funcionalidades que deveriam ser consideradas na escolha do telemóvel adequado às funções que, supostamente, os alunos desempenhavam bem como às condições de utilização (internacional) do mesmo:

“... resistente à água e ao choque (para eu não perder as coisas que lá estão); ... com acesso à internet (para poder mandar emails importantes ou aceder à página virtual da empresa; ter um tarifário barato, que englobe todas as redes e o estrangeiro, para a empresa não gastar muito dinheiro...” (A1).

**Tabela 1 – Competências de RP evidenciadas na resolução do problema do telemóvel (%)**  
(N=18)

Competências	Presença	Presença parcial	Ausência
C1- identifica/ interpreta/compreende a situação problemática criada	27,8	27,8	44,4
C2- prevê/identifica fatores relevantes e avalia o peso relativo dos mesmos	0	55,6	44,4
C3- planifica/define múltiplas tarefas conducentes à resolução do problema	0	0	100
C4- prevê/identifica fontes de pesquisa	0	0	100
C5- planifica estratégias de resolução	0	0	100
C6- pondera a necessidade de trabalho de equipa e de discussão de opiniões	0	5,6	94,4
C7- conclui e finaliza raciocínios	0	0	100
C8- efetua juízos críticos/ valorativos	0	0	100

As respostas de cerca de um quarto dos alunos (27,8%) que evidenciam parcialmente a competência C1, mostram que os alunos compreenderam a finalidade do problema (escolha de um telemóvel) mas não contemplaram as exigências das funções (ou de todas elas) na

escolha do telemóvel nem as condições de obtenção do telemóvel (proposta ao chefe):

“...um telemóvel que tenha muitas funções e aplicações pois tenho muitos cargos, ...que tenha agenda para poder marcar os meus compromissos e que não seja lento pois não tenho tempo para estar à espera que o telemóvel ‘ande’...” (A13).

Os restantes 44,4% dos alunos não identificaram/interpretaram/compreenderam a situação problemática apresentada (como exigido por C1), visto que as suas respostas não evidenciam consciência de que se encontravam perante um problema nem das características e das condições de obtenção do telemóvel. Este tipo de respostas pode ser ilustrado pela resposta que se segue, em que se constata que o aluno não entendeu que se pretendia que fizesse uma escolha e não uma invenção:

“Se eu pudesse inventar um telemóvel, este teria internet de graça, câmara com 7 megapixéis, com teclado e tátil ao mesmo tempo. Tinha que ter aplicações para jogos, e na compra do telemóvel tinha que ter um cartão de memória de 16Gb, e também podia ser dual SIM. E tinha que ter 5 portas (USB).” (A14).

Refira-se que, na resolução deste problema, os alunos teriam de se colocar numa posição profissional cujas exigências não conheciam, uma vez que se encontram na faixa etária dos 12 anos. Assim se compreende que grande parte das respostas mencione apenas as características que os alunos gostariam de ver incorporadas no telemóvel que iriam receber, sem atenderem ao contexto problemático em causa.

No que concerne à competência C2, não foram encontradas evidências da mesma em nenhuma das respostas analisadas. Refira-se que na maioria das respostas (55,6%), os alunos apesar de preverem/identificarem fatores relevantes para a escolha do telemóvel, não ponderaram o peso relativo dos mesmos (tabela 1), pelo que as suas respostas foram consideradas como evidenciando parcialmente a competência C2. Este tipo de respostas é ilustrado de seguida:

“... ter várias funcionalidades, incluindo internet, redes sociais e Gmail e MSN pois como viajo frequentemente pelo mundo não tenho tempo de contactar gerentes de lojas... de boa marca, pois quero que dure muito tempo e pode, ou não, ser tátil...ter boa câmara pois preciso de vídeos e fotos das feiras e exposições dos produtos para comparar aos nossos.” (A10).

No entanto, refira-se que 44,4% dos alunos não prevê/identifica fatores relevantes (em função do contexto problemático em causa) nem avalia o peso relativo dos mesmos para a resolução do problema apresentado. Assim, e como se ilustra de seguida, limitam-se a elencar um conjunto de características que gostariam que o telemóvel possuísse, sem ponderarem a importância relativa dos mesmos, à luz das funções que, supostamente, deveriam exercer:

“... sistema android 5.0; câmara fotográfica de 16 megapixéis; calendário, ecrã touch; design moderno; jogos, bluetooth...” (A8).

No que respeita à competência C6, relacionada com o trabalho em equipa apenas 5,6% das respostas evidenciam uma presença parcial da mesma (tabela 1). Estas evidências detetam-se, por exemplo na resposta de A2, especialmente quando o aluno explicita que o chefe pode optar por outro modelo de telemóvel de que se lembre, desde que tenha as características que o aluno identifica como relevantes:

“[...] ter agenda para poder pôr todas as minhas notas e lembretes nos dias correspondentes; a rede necessita de funcionar em muitos países, já que viajo muito; tem de dar para tirar fotos, mandar mensagens e ter internet e muito espaço para documentos, fotos, etc..... O telemóvel também tem de ser de fácil utilização e tátil, se puder. Eu proponho alguns modelos de telemóvel: Iphone4, Samsung Galaxy S, etc.. Mas se se lembrar de outro pode comprá-lo. Convém que seja também leve e que não ocupe espaço.” (A2).

Assim, a maioria das respostas não evidenciam a competência C6, dado que não mencionam ser necessário ou adequado ouvir outras pessoas/entidades. As restantes competências não foram objeto de evidências identificáveis nas respostas dos alunos. Assim, parece que os alunos não identificam tarefas necessárias à resolução do problema em questão (C3), não sentiram necessidade de fontes de informação (C4), nem mesmo de folhetos informativos, não planificaram uma estratégia de ação para a resolução do problema (C5), não finalizaram os diferentes raciocínios desenvolvidos (C7) e não explicitaram raciocínios críticos ou valorativos requeridos para a resolução do problema em questão.

Os resultados obtidos com o problema dos telemóveis diferem dos obtidos por Gandra (2001) e Vieira (2007) nas suas investigações centradas nas temáticas “Transportes e segurança” e na “Fontes de energia”, respetivamente, também de Física. Nos seus estudos, estes autores constataram que os conjuntos de alunos com que trabalharam, talvez por serem um pouco mais velhos, evidenciaram todo o conjunto de competências acima referido, ainda algumas delas tenham sido evidenciadas por reduzidos números de alunos.

## ***5.2 Problema da varinha mágica***

Neste problema foi solicitado aos alunos que selecionassem, de um conjunto de três varinhas mágicas, aquela(s) que melhor se adequava(m) à situação descrita, ou seja passar a sopa mais rapidamente do que a varinha antiga. A tabela 2 mostra que somente três (C4, C6 e C8) das oito competências consideradas não foram evidenciadas nas respostas dos alunos. Estes resultados são melhores do que os obtidos para o problema do telemóvel, no qual apenas três das oito competências foram evidenciadas em algumas respostas

Apenas 16,7% das respostas evidenciam a competência C1, relativa à identificação/interpretação/compreensão da situação problemática: escolha de uma varinha capaz de passar

a sopa rapidamente. Este tipo de respostas pode ser ilustrado pela resposta do aluno A2, que foca estes dois aspetos:

“...mais rápida que tem uma unidade de potência melhor para passar a sopa mais rápido... As varinhas com maior potência são a A e C que têm 600W. ...” (A2).

**Tabela 2 – Competências de RP evidenciadas na resolução do problema da varinha mágica (%)**  
(N=18)

Competências	Presença	Presença parcial	Ausência
C1- identifica/ interpreta/compreende a situação problemática criada	16,7	55,6	27,8
C2- prevê/identifica fatores relevantes e avalia o peso relativo dos mesmos	50,0	16,7	33,3
C3- planifica/define múltiplas tarefas conducentes à resolução do problema	0	27,8	72,2
C4- prevê/identifica fontes de pesquisa	0	0	100
C5- planifica estratégias de resolução	5,6	16,7	77,8
C6- pondera a necessidade de trabalho de equipa e de discussão de opiniões	0	0	100
C7- conclui e finaliza raciocínios	11,1	27,8	61,1
C8- efetua juízos críticos/ valorativos	0	0	100

A maior parte das respostas (55,6%) evidencia parcialmente a competência C1, pois os seus autores consideram que têm que fazer uma escolha mas explicitam, apenas, uma parte dos aspetos a considerar, como se ilustra de seguida:

“... acho que quantos mais W melhor então escolhia a A e C porque tem mais W do que a B.” (A5).

As restantes 27,8% das respostas não apresentam qualquer evidência desta competência. Como se ilustra de seguida, os alunos que deram este último tipo de respostas não evidenciam a capacidade de identificar, interpretar e/ou compreender o problema apresentado, pois limitaram-se a apresentar a sua opção sem a relacionarem com o objetivo que a situação criada pretendia alcançar.

“A varinha mágica C parece mais prática e utiliza 600W.” (A 16).

Relativamente à competência C2, metade das respostas (50,0%) evidenciam que os alunos preveem/identificam fatores que consideram indispensáveis para a resolução do problema apresentado e fazem uma avaliação do peso relativos dos mesmos.

“... varinha mágica mais rápida que tem uma unidade de potência melhor... As varinhas com maior potência são a A e C que têm 600W... o mais barato, mas parece que ambos custam 30 euros com uma promoção...vi o preço que custava antes e escolhia a mais cara... porque se era mais cara devia ser melhor ” (A2).



Note-se que o aluno A2 não só identificou fatores que considerou pertinente serem tidos em consideração na escolha da varinha mágica a potência, o preço atual e o preço inicial, como também fez uma análise dos prós e contras e cada um deles. Para justificar a sua opção (varinha A), o aluno considera que o fator potência foi aquele que teve um peso maior na sua escolha, pelo que as soluções possíveis passariam pelas varinhas A e C. No entanto, atendendo ao facto de estas duas varinhas se encontrarem ao mesmo preço promocional, o fator preço inicial foi usado, na segunda fase, para efetuar a seleção entre as duas varinhas com igual potência. Assim, a opção pela varinha A deve-se ao facto de considerar que, se esta era a mais cara (antes da promoção), deveria ser a melhor.

Relativamente aos 16,7% das respostas que evidenciam parcialmente a competência C2, verifica-se que apenas são identificados os fatores importantes a ter em conta aquando da compra da varinha mágica, não existindo evidências de uma avaliação ponderada da importância dos fatores apontados.

“1º era a mais cara [varinha A] e que agora está a 30 euros; 2º porque tem melhor tecnologia; 3º gasta um pouco mais do que a varinha B (Varinha A – 600W; Varinha B – 500W)...” (A3).

Finalmente, 33,3% das respostas não apresentam evidências da competência C2, com acontece na resposta que se apresenta de seguida:

“É a varinha mágica mais forte (P=600W)” (A4).

No que concerne à competência C3, era esperado que as respostas dos alunos englobassem o esboço de um plano geral de resolução do problema, no qual se pudesse reconhecer a seriação de determinados procedimentos que conduzissem, quer à construção de possíveis estratégias de ação, quer à tomada de decisão. Constata-se que nenhuma das respostas apresenta evidências desta competência e que 27,8% apresentam uma presença parcial da mesma (tabela 2), estando a planificação integrada na resolução e sendo as etapas identificáveis nuns casos (ex. A2) mas não em outros (ex. A15):

“Primeiro ...uma unidade de potência melhor (para passar a sopa mais rápido, por ex.). As varinhas com maior potência são a A e C que têm 600W. Depois procurei, ... o mais barato, mas parece que ambos custam 30euros com uma promoção. Por isso vi o preço que custava antes e escolhia a mais cara das mais potentes, porque se era mais cara devia ser melhor e assim, agora aproveitávamos o seu preço que é igual em todas. Escolhi a A.” (A 2)

“Porque [a varinha A] é a varinha que tem mais potência, mas também era a mais cara, mas como todas custam 30 euros eu optei por comprar a mais cara.” (A 15).

Quanto à planificação de estratégias de resolução (C5), apenas 5,6% da amostra evidenciou esta competência (tabela 2). Exemplo desta situação é a resposta fornecida pelo aluno 2, transcrita acima, na qual é apresentada uma de estratégia de ação planificada para a resolução

do problema.

Outras respostas (16,7%) aproximaram-se de C5 mas não de forma a serem consideradas completas, sendo, por este motivo, catalogadas como parciais. A resposta do aluno A3 é um exemplo em que está parcialmente evidente a planificação da estratégia de ação:

“1º era a mais cara e que agora está a 30 euros; 2º porque tem melhor tecnologia; 3º gasta um pouco mais do que a varinha B (Varinha A – 600W; Varinha B – 500W)” (A3).

A maioria das respostas (77,8%), não evidencia a competência C5, por não existir qualquer indicação de que os seus autores planificaram uma estratégia de ação que lhes permitisse resolver o problema em causa:

“[varinha A] Fácil utilização, mais poder, entende-se facilmente e passa a sopa mais rapidamente” (A7).

No que respeita à competência C7, refira-se que apenas 11,1% das respostas apresentam evidências de que os alunos demonstram capacidade de concluir e finalizar os vários raciocínios (tabela 2) que efetuaram durante o processo de resolução do problema. Disso é exemplo a resposta do aluno A2 acima transcrita, na qual se constata que o aluno foi apresentando o seu raciocínio, apontando fatores que considerara importantes para a escolha da varinha, e justificando o seu raciocínio com base em motivos lógicos, eliminatórios, que lhe permitiram chegar a uma solução. No entanto, constatou-se que cerca de um quarto (26,7%) das respostas apresenta apenas evidências parciais desta competência. Como exemplo refira-se a resposta do aluno A17, na qual o aluno finaliza o seu raciocínio, mas não contempla, na sua resposta, o fator “potência”:

“Como [a varinha A] era mais cara do que as outras compensa a compra de 30 euros, poupa-se 20 euros.” (A17)

Consequentemente, 61,1% das respostas não apresenta qualquer evidência da competência C7, sendo a resposta do aluno A16 um exemplo que espelha esta situação. De facto este aluno apenas apresenta a sua solução, sem explicitar o raciocínio subjacente à sua tomada de decisão.

“A varinha mágica C parece mais prática e utiliza 600W.” Opção: Varinha C. (aluno 16)

O facto de as competências C4, C6 e C8, tal como foi referido acima, não serem evidenciadas nas respostas dos alunos pode significar que estes não consideram a necessidade de recorrer a fontes de pesquisa para tentar resolver o problema criado (C4), não consideram pertinente o trabalho de equipa nem a discussão de opiniões (C6), nem apresentam uma apreciação crítica de todo o contexto de resolução por eles adotado e/ou comentários valorativos que

acrescentassem opiniões pessoais no contexto criado (C8). O facto de este problema ter a ver com o dia-a-dia e de, por exemplo, não ser habitual estudar antes de se comprar uma varinha mágica, poderá justificar a ausência de evidências de algumas destas competências. Por outro lado, estando estas competências revestidas de um grau de complexidade acrescido e que, por isso, exige um nível de desenvolvimento dos alunos mais elevado, a ausência das mesmas é compatível com o reduzido número de alunos, mais velhos, que as evidenciou nos estudos realizados por Gandra (2001) e Vieira (2007).

## **6. Conclusões e implicações**

Os resultados deste estudo mostram que as competências evidenciadas pelos alunos de 7º ano que nele participaram dependem do problema em causa, sendo que o facto de se tratar de problemas do dia-a-dia pode ter levado alguns alunos a não considerarem necessário realizar algumas tarefas (ex.: pesquisar informação) relevantes para uma resolução adequada dos mesmos. Além disso, nem todas as competências de RP consideradas foram evidenciadas em nenhum dos problemas, tendo o problema da varinha conduzido à evidenciação de mais competências do que o problema do telemóvel. Por um lado, este resultado é compatível com os resultados obtidos por Vieira (2007) que sugerem que o conteúdo do problema interfere no desempenho do aluno. Por outro lado, e embora este aspeto necessite ser mais estudado, esta diferença pode dever-se à maior familiaridade dos alunos com escolhas de telemóveis, a qual os pode ter levado a precipitarem-se mais nessa escolha, fazendo uma menor análise e ponderação da respetiva situação problemática. Se assim for, uma importante implicação deste estudo é a de que os problemas selecionados para promover o desenvolvimento de competências de RP, embora devendo ser contextualizados no dia-a-dia, não devem ser, no início, centrar-se em assuntos demasiado familiares aos alunos, sob pena de eles tenderem a minimizar o obstáculo associado ao problema e serem impelidos para resoluções parciais dos mesmos, guiados pelos seus interesses ou intenções e sem prestarem a devida atenção a aspetos relevantes da situação problemática em causa.

Dado que este estudo foi realizado com alunos do 7º ano de escolaridade, que estavam a iniciar o estudo da Física, era de esperar, tal como foi verificado, que devido à baixa faixa etária em que se encontram, apresentassem menos evidências de competências de RP do que as que foram obtidas por autores como Vieira (2007) ou Gandra (2001), com alunos mais velhos e com mais formação naquela ciência. Refira-se que, de facto, em ambos os problemas, as competências que apresentam maior grau de complexidade (C3 a C8) e que

requerem um raciocínio lógico mais desenvolvido foram aquelas que os alunos menos evidenciaram. Assim, se a educação em ciências pretender contribuir para formar indivíduos criativos e autónomos na procura de soluções para os seus problemas e com um bom poder de argumentação e de avaliação de escolhas e decisões, deverá investir no desenvolvimento de competências de RP, por parte dos alunos, e encontrar formas de motivação dos professores para o desenvolvimento dessas competências na sala de aula.

**Agradecimentos:** Trabalho desenvolvido no âmbito do projeto Educação em Ciências para a Cidadania através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (PTDC/CPE-CED/108197/2008), financiado pela FCT no âmbito do Programa Operacional Temático Fatores de Competitividade (COMPETE) do quadro Comunitário de Apoio III e participado pelo Fundo Comunitário Europeu (FEDER).

## 7. Referências bibliográficas

- Carvalho, J. (2009). *O Ensino e a Aprendizagem das Ciências Naturais através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: um estudo com alunos do 9º ano, centrado no tema Sistema Digestivo*. Dissertação de Mestrado (não publicada), Universidade do Minho.
- Chang, C. & Barufaldi, J. (1999). The use of a problem-solving-based instructional model in initiating change in students' achievement and alternative frameworks. *International Journal of Science Education*, 21(4), 373-388.
- DEB (2001a). *Currículo do Ensino Básico – Competências Essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação.
- DEB (2001b). *Orientações Curriculares do 3º ciclo do Ensino Básico*. Lisboa: Ministério da Educação.
- DEB (2013). *Metas Curriculares do 3.º ciclo – Ciências Físico-Químicas*. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência.
- Dumas-Carré, A. & Goffard, M. (1997). *Rénover les activités de résolution de problèmes en physique: concepts et démarches*. Paris: Armand Colin.
- Esteves, E. & Leite, L. (2005). Ensino Orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas na Licenciatura em Ensino de Física e Química. In B. Silva & L. Almeida (Orgs.). *Actas do Congresso Galaico Português de Psicopedagogia* (pp. 1751-1768) (CD-Rom). Braga: Universidade do Minho.
- Gandra, P. (2001). *O efeito da aprendizagem da física baseada na resolução de problemas: um estudo com alunos do 9º ano de escolaridade na área temática 'Transportes e Segurança'*. Dissertação de Mestrado (não publicada), Universidade do Minho.
- Gil-Perez, D. & Martinez-Torregrosa, J. (1987). *La resolución de problemas de Física – Una didáctica alternativa*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia, editorial Vicens-Vives.
- Lopes, B. (1994). *Resolução de Problemas de Física e química. Modelo para estratégias de ensino-aprendizagem*. Lisboa: Texto Editora.
- Martins, I. (2011). Ciência e Cidadania: perspectivas de Educação em Ciência. In Leite, L. et al. (Orgs.). *Actas do XIV Encontro Nacional de Educação em Ciências: Educação em Ciências para o Trabalho, o Lazer e a Cidadania* (pp. 21-30). Braga: Universidade do Minho.
- Morgado, S. & Leite, L. (2011). Os Problemas no Ensino e na Aprendizagem das Ciências: Perspetivas dos Documentos Oficiais. *Libro de Actas do XI Congresso Internacional Galego Português de Psicopedagogia*. A Coruna/Universidade da Coruna, 1323-1334.

Neto, A. (1998). *Resolução de problemas em Física. Conceitos, processos e novas abordagens*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.

Perales-Palacios, J. (2000). La resolución de problemas. In J. Perales-Palacios & P. Cañal de León (Directores). *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 289-306). Alcoy: Editorial Marfil, S.A.

Ramirez-Castro, J., Gil-Perez, D. & Martinez-Torregrosa, J. (1994). *La resolución de problemas de física e química como investigación*. Madrid: Centro de Investigación y Documentación Educativa.

Ratcliffe, M. & Grace, M. (2003). *Science Education for Citizenship: teaching socio-scientific issues*. Philadelphia: Open University Press.

Vieira, P. (2007). *Aprendizagem baseada na resolução de problemas e webquests: um estudo com alunos do 8º ano de escolaridade, na temática "Fontes de energia"*. Dissertação de Mestrado (não publicada). Universidade do Minho.

## 8. Anexo

### *Problemas apresentados aos alunos*

1 - Imagina que és o(a) diretor(a) de uma empresa multinacional. A tua atividade profissional implica que viajes frequentemente pelo mundo, pois tens de visitar muitas feiras/exposições de produtos idênticos aos que a empresa, para a qual trabalhas, comercializa. Como o teu cargo é de extrema responsabilidade, é necessário que possas estar sempre contactável e que precisas de um telemóvel com várias funcionalidades. O presidente da tua empresa quer que lhe faças uma proposta do modelo de telemóvel que deverá oferecer-te.

Elabora uma proposta de telemóvel que gostarias que o Presidente comprasse para ti, para lhe apresentares. Não te esqueças de fundamentar a tua proposta com base nas tuas funções profissionais e nas características do telemóvel que escolheres.

2- Supõe que na caixa de correio da tua tia foi colocado um panfleto de uma loja de eletrodomésticos no qual se destacam três modelos de varinhas mágicas. Como a varinha mágica da tua tia já não funciona nas melhores condições (demora muito tempo a passar a sopa), ela considerou ser uma boa oportunidade trocar a velha por uma nova, mais rápida. No entanto, como ela não percebe muito deste assunto, entregou-te o referido panfleto, que se encontra abaixo representado, e pediu que a aconselhasses na referida compra.



3.1 - Qual(is) das varinhas mágicas aconselharias a tua tia a comprar? (Assinala a tua opção com uma cruz).

- ☐ varinha A
- ☐ varinha B
- ☐ varinha C

Descreve, passo a passo, como procedeste para chegares à conclusão que essa varinha mágica é a mais adequada às suas necessidades.

## **Aprendizagem Baseada em Resolução de Problemas e Energia: materiais para Ciências Físico-Químicas, 7º ano**

**Patrícia João<sup>1</sup>, Maria Arminda Pedrosa<sup>1</sup> & Paulo Reis<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Unidade de I&D nº70/94, Química-Física Molecular/FCT, PEst-OE/QUI/UIOO/700/2011; Departamento de Química, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra (FCTUC), Portugal;* <sup>2</sup>*Professor do grupo 510; Torres Novas, Portugal*

### **Resumo**

A educação científica para todos é indispensável numa perspetiva de desenvolvimento de competências necessárias para compreensão dos desafios com dimensões científico-tecnológicas, que atualmente se colocam à humanidade. A Aprendizagem Baseada em Resolução de Problemas (ABRP) é um exemplo de abordagens inovadoras que, valorizando os quotidianos dos alunos e centrando-se nos seus conhecimentos, promove aprendizagens significativas e o desenvolvimento de competências. Geralmente, a partir de cenários problemáticos, os alunos, orientados pelo professor, devem identificar problemas e planear e realizar percursos de resolução. Dado o papel dos cenários em ABRP, estes devem ser concebidos e desenvolvidos, ou selecionados, de forma criteriosa. Nesta comunicação apresentam-se materiais elaborados para implementar ABRP em Ciências Físico-Químicas (CFQ), 7º ano — um cenário e um questionário de diagnóstico — e resultados da sua avaliação por profissionais qualificados para o efeito.

### **1. Contextualização**

Defende-se que a educação é indispensável para que a humanidade, enfrentando os múltiplos desafios atuais e previsíveis no futuro, progrida na concretização de ideais de paz, liberdade e justiça social (UNESCO, 1996). Cada cidadão deve “dispor de um amplo leque de competências essenciais para se adaptar com flexibilidade a um mundo em rápida mutação e altamente interligado” (JOUE, 2006, p.13), de modo a poder aprender ao longo da vida (JOUE, 2006). Para tal, é necessário utilizar abordagens didáticas inovadoras, como a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP), que, como o nome indica, parte de problemas. Normalmente, estes emergem de cenários apresentados pelo professor, que são concebidos ou selecionados tendo em conta princípios e orientações de documentos curriculares de referência, por exemplo para o 3º ciclo do Ensino Básico (DEB, 2001a,b).

Como ABRP é uma novidade no contexto educativo português (Leite & Afonso, 2001; Morgado & Leite, 2011) e requer mudanças nos papéis de alunos e professor (Lambros, 2004), é necessário divulgar e trabalhar esta metodologia na formação inicial (McPhee, 2002; Esteves, 2006; Morgado & Leite, 2011; Morgado & Leite, 2012), de modo a que os futuros professores, no contexto das unidades curriculares que integram os mestrados

profissionalizantes em ensino (Decreto-Lei nº 43/2007), tomem conhecimento das suas potencialidades e características. Nas secções seguintes apresentam-se e caracterizam-se materiais — um cenário e um questionário de diagnóstico — desenvolvidos no âmbito do Projeto de Investigação Educacional II (PIE II), do Mestrado em Ensino de Física e de Química da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, começando pela explicitação dos objetivos.

## **2. Objetivos**

Caracterizar um cenário e um questionário de diagnóstico, para, no âmbito de ABRP, abordar energia em CFQ no 7º ano de escolaridade. Apresentar: i) questões que se admite surgirem da análise do cenário por alunos; ii) resultados da avaliação do cenário e do questionário de diagnóstico por professoras; iii) conclusões e implicações.

## **3. Fundamentação teórica**

Dos desenvolvimentos científico-tecnológicos emergem oportunidades, desafios e problemas de que resulta a necessidade de todos os cidadãos aprenderem ao longo da vida, ultrapassando os limites temporais definidos pelos sistemas educativos, e adquirirem competências essenciais (JOUÉ, 2006). À educação científica formal compete o papel central de proporcionar oportunidades e recursos que incentivem os alunos a desenvolver essas e outras competências (DGEC, 2007), através de práticas educativas inovadoras, que os motivem para aprender.

No entanto, muitos professores de ciências ainda acreditam que o ensino deve ser centrado nos conteúdos e não nos alunos, ensinando como foram ensinados, o que requer uma mudança de paradigma, numa perspetiva de promover a literacia científica de um público informado, com consciência crítica e comportamentos racionais e justificados (Aikenhead, 2009).

Tornam-se, por isso, fundamentais as abordagens centradas nos alunos que tenham em conta os seus conhecimentos do quotidiano, pois “o interesse dos alunos pelas ciências aumenta e o seu desempenho melhora quando conseguem estabelecer relações entre o que aprendem na escola e os seus outros quotidianos” (Pedrosa, 2008, s/n). Realça-se, assim, a importância do uso de estratégias inovadoras em educação científica, por exemplo ABRP, que, num contexto de educação formal, proporciona meios para que os alunos desenvolvam, cooperativa e autonomamente, numa perspetiva interdisciplinar, conhecimentos científicos relevantes para

exercícios responsáveis de cidadania (João *et al.*, 2012). A ABRP centra-se nos alunos e visa aprendizagens significativas e relevantes, através de resolução de problemas (Leite & Afonso, 2001; Lambros, 2004).

A identificação dos problemas pelos alunos surge, geralmente, na forma de questões a partir da análise de cenários problemáticos, que são elaborados ou selecionados pelo professor (Dalghren & Öberg, 2001). Questionar é uma das competências a desenvolver em ciências na escola, pois o “levantamento das questões e o tratamento das respostas constituem tarefas a desenvolver pelos alunos” (DEB, 2001a, p.19) e “será importante proporcionar situações diversificadas onde o aluno [...] coloque questões e conduza pequenas investigações” (DEB, 2001b, p.140).

Assim, os cenários assumem um papel fundamental neste processo e, por isso, devem ser concebidos e desenvolvidos apropriadamente para que a ABRP seja bem sucedida (Botti & Noguez, 2004). O professor, quando elabora ou seleciona um cenário, deve procurar que este cativasse os alunos e os motive para formular questões orientadoras de investigações promotoras de aprendizagens (Lambros, 2004). Os cenários podem ter diversos formatos, por exemplo notícias, videoclips, Bandas Desenhadas (BD's), e devem ser complexos, mas não sobrecarregados (Dahlgren & Oberg, 2001).

As BD's, segundo Arques (2002), apresentam potencialidades como:

- Ajudar a suscitar a curiosidade dos alunos, promovendo interesse e uma atitude favorável para as tarefas seguintes, aumentando a probabilidade de realizarem aprendizagens significativas;
- Promover reflexões úteis para os alunos interpretarem novas situações e fenómenos do dia a dia, relacionando-os com aprendizagens escolares;
- Estimular os alunos a encontrar soluções, que podem ser várias, o que enriquece as discussões e incentiva pensamento crítico.

Como em ABRP importa utilizar contextos específicos, conhecer ideias prévias e promover o desenvolvimento conceptual dos alunos, é essencial proceder a um diagnóstico (Hernández, 2002), que deve remeter para contextos próximos dos alunos. Existem várias possibilidades para realizar um diagnóstico, por exemplo entrevistas, questionários, mapas de conceitos (Trowbridge & Wandersee, 2000; Cachapuz *et al.*, 2002). No caso de se optar por um questionário, este poderá utilizar-se também para avaliar aprendizagens realizadas pelos alunos após a implementação de ABRP.



Como já foi referido, os alunos interessam-se e ficam mais motivados quando percebem as relações entre o que aprendem na escola e os seus outros quotidianos (Pedrosa, 2008, s/n). Por isso, os materiais didáticos elaborados ou seleccionados para implementar ABRP devem relacionar assuntos do dia a dia, por exemplo notícias locais, com temáticas que se pretendem abordar, segundo os documentos curriculares de referência. A temática energia é transversal aos quotidianos dos alunos — onde se podem percepcionar diversos impactos, por exemplo nas contas de eletricidade — e aos currículos do ensino básico (DEB, 2001a,b). Tendo em conta a crise energética atual (OECD/IEA, 2011) e conhecendo os elevados padrões de consumo na generalidade dos países industrializados, nomeadamente de energia e de recursos energéticos (Henriques, 2010), e problemas ambientais correlacionados, julga-se que ABRP na escolaridade obrigatória pode desempenhar um papel importante relativamente a processos de mitigação ou resolução destes problemas. Pretende-se que a temática energia “atravesse fronteiras” entre a cultura dos círculos familiares e de amigos dos alunos, os quotidianos de senso comum e a cultura das ciências, um mundo abstrato que lhes é estranho (João *et al.*, 2012, p.88) e assim “estimular as populações a compreenderem debates relativos a problemas actuais com dimensões científicas e tecnológicas, envolvendo-se neles e em processos que contribuem para os resolver” (Pedrosa & Mendes, 2005, p.132).

#### **4. Metodologia**

O terceiro autor, em PIE II, desenvolveu um cenário e um questionário de diagnóstico para implementar ABRP, sob orientação da segunda autora. Realizaram-se reuniões regulares, com periodicidade variável consoante a fase do trabalho, e, quando necessário, solicitou-se a participação da primeira autora. Após a elaboração de um relatório (Reis, 2013), que foi apresentado e discutido perante um júri, o terceiro autor (a seguir referido apenas como futuro professor) completou o Mestrado em Ensino de Física e de Química na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

Descrevem-se sumariamente os procedimentos adotados na conceção e desenvolvimento do cenário (4.1) e de um questionário de diagnóstico (4.2) para implementar ABRP em CFQ, no 7º ano, no âmbito de energia (DEB, 2001b). Descreve-se como se procedeu para que professoras de CFQ conhecedoras de ABRP avaliassem estes materiais (4.3), utilizando um questionário adaptado para o efeito e uma metodologia qualitativa (4.4).

#### ***4.1 Conceção do cenário***

Analisaram-se os documentos curriculares de referência (DEB, 2001a,b), selecionou-se o ano de escolaridade — 7º ano —, o tema curricular — energia — e as problemáticas a explorar no cenário. Para ajudar a clarificar ideias relativas a temas e conceitos a explorar, o futuro professor começou por tomar conhecimento do software CmapTools® visando elaborar um mapa de conceitos (MC) – organizador gráfico que permite ilustrar a natureza hierárquica, conceptual e posicional do conhecimento (Trowbridge & Wandersee, 2000).

A elaboração de um MC requer reflexão, planeamento e leitura de documentos pertinentes e estimulantes sobre as temáticas que se pretendem abordar, podendo conduzir a reformulações de partes já elaboradas (Pedrosa & Moreno, 2008). Em cada sessão presencial do PIE II, o futuro professor, partindo do acordado na sessão anterior, informava do trabalho realizado, dos problemas surgidos e não resolvidos, das dúvidas e hesitações. O MC revelou-se essencial para identificar problemas, incorreções, discuti-los e decidir como proceder para promover aprendizagens necessárias. O futuro professor foi procedendo a leituras recomendadas e a pesquisa bibliográfica de que resultaram sucessivas alterações e diversas versões do MC.

Para elaborar o cenário escolheu-se o formato BD e usou-se o software [www.pixton.com](http://www.pixton.com). Inicialmente, foram-se transpondo ideias do MC para o cenário, resultando em sucessivas e interativas alterações de ambos, permitindo construir os diálogos da BD tendo em consideração vários aspetos problemáticos relacionados com energia, materiais e ambiente.

#### ***4.2 Questionário de diagnóstico***

Para elaborar as questões recorreu-se a linguagem próxima dos alunos, a acontecimentos prováveis nos seus quotidianos e a notícias atuais potencialmente interessantes, no âmbito de energia – foco principal –, e materiais, subtemas incluídos em “Terra em Transformação”, um dos temas organizadores do Currículo Nacional do Ensino Básico (DEB, 2001b).

Foram utilizadas: i) questões enciclopédicas – nas quais se solicita uma resposta direta, não complexa, com significado superficial, por exemplo “Sim” ou “Não”; ii) questões de compreensão – que não têm uma resposta direta, requerem significados não superficiais de conceitos e, geralmente, questionam “Porquê...?” ou “Como...?” (Dalghren & Öberg, 2001, p.270-272).

#### ***4.3 Avaliação dos materiais no âmbito de ABRP pelas professoras***

Adaptou-se um questionário para avaliação dos materiais (João, 2012), para ser respondido por quatro professoras profissionalizadas em CFQ que haviam participado numa ação de formação sobre ABRP — “A Aprendizagem das Ciências e da Geografia baseada na Resolução de Problemas”. A primeira parte deste questionário permite caracterizar as inquiridas e a segunda conhecer as suas opiniões sobre os materiais destinados a implementar ABRP (Anexo I).

As professoras contactadas prontificaram-se a avaliar os materiais elaborados. O inquérito por questionário, bem como os materiais a avaliar e uma carta informativa solicitando colaboração, foram entregues pessoalmente a três professoras e por correio eletrónico à professora que assim preferiu.

Os dados recolhidos nas respostas das professoras à segunda parte deste questionário de avaliação foram analisados, tratados e interpretados.

#### ***4.4 Metodologia qualitativa***

De acordo com os objetivos, as professoras responderam a um inquérito por questionário (Anexo I) para avaliar a adequação do cenário (Anexo II) e do questionário de diagnóstico (Anexo IV) para desenvolver ABRP no âmbito proposto. Optou-se por uma metodologia qualitativa que, segundo Bodgan e Biklen (1994), se caracteriza por:

- i) A situação natural constitui a fonte de dados e o investigador é o instrumento chave para a sua recolha;
- ii) Todo o processo é fundamental, ou seja, o que aconteceu, o produto e o resultado final;
- iii) O investigador interessa-se, acima de tudo, por tentar compreender o significado que os participantes atribuem às suas experiências.

Porém, esta metodologia de investigação, como qualquer outra, também tem limitações, destacando-se a forte dependência de observações, traduzindo inevitavelmente atitudes e convicções dos observadores.

### **5. Apresentação e discussão dos resultados**

Como já foi referido, o futuro professor elaborou um cenário e um questionário de diagnóstico para implementar ABRP em CFQ, no 7º ano, com foco principal em energia

(DEB, 2001b), que se apresentam em 5.1 e 5.2, respetivamente. Em 5.3 caracterizam-se as professoras e apresentam-se e discutem-se os resultados da avaliação dos materiais.

### ***5.1 Apresentação do cenário***

Como se pode constatar, o cenário elaborado para desenvolver ABRP (Anexo II) incide essencialmente em energia (Reis, 2013), embora também inclua referências explícitas a materiais e admitindo-se que possa suscitar questões no âmbito deste subtema curricular (DEB 2001b). Relaciona assuntos e problemas prováveis no dia a dia de alunos do 7º ano em diferentes perspetivas, como impactos da *crise* em despesas familiares e mesadas, impactos ambientais relativos a combustíveis fósseis e reflexos de fontes renováveis de energia em faturas domésticas de eletricidade.

O anexo III apresenta questões previstas como resultado da análise do cenário por alunos do 7º ano de escolaridade (Reis, 2013). Como se pode constatar, para diferentes diálogos do cenário previram-se diversos tipos de questões, destacando-se tipos adequados para desenvolver ABRP, ou seja, questões que permitem avaliação e procura de solução (Dourado & Leite, 2010), por exemplo “Como se produz eletricidade através dos aparelhos nos telhados?”.

### ***5.2 Apresentação do questionário de diagnóstico***

Como se pode constatar, o questionário de diagnóstico elaborado (Anexo IV) permite identificar conhecimentos dos alunos fundamentalmente em energia (Reis, 2013) mas também em materiais, recorrendo questões enciclopédicas e de compreensão (ver 4.2), por exemplo:

“[...] Além de derrames, na tua opinião há outros problemas resultantes do uso do petróleo?  
Sim ☐ Quais? \_\_\_\_\_ Como poderão ser evitados? \_\_\_\_\_  
Não ☐ Porquê? \_\_\_\_\_  
Tenho dúvidas ☐ Justifica. \_\_\_\_\_”.

### ***5.3 Caracterização das professoras e sua avaliação dos materiais para ABRP***

Na tabela 1 apresenta-se a caracterização das professoras resultante da análise das suas respostas à primeira parte do questionário de avaliação dos materiais (Anexo I).

**Tabela 1 – Caracterização das professoras**

<b>Professora</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
Idade (Anos)	48	49	56	59
Habilitações Académicas	Mestrado em Educação e Sociedade do Conhecimento	Lic. em Ensino da Física e Química	Bac. em Engenharia Química e Lic. em Ciências de Educação	Lic. em Engenharia Química
Tempo de serviço (anos)	22	27	33	37
Tempo de profissionalização (anos)	22	26	24	36
Tempo de serviço no 3º ciclo do EB (anos)	15	12	10	10

A análise das respostas das professoras à segunda parte do questionário permitiu avaliar globalmente os materiais:

- Quanto ao enquadramento do cenário e pertinência das questões que poderá suscitar, todas as professoras classificaram como muito adequados, destacando que: i) as competências a desenvolver pelos alunos são pertinentes; ii) usar este material em ABRP pode contribuir para desenvolver as competências consideradas; iii) as imagens do cenário parecem atraentes para os alunos; iv) o cenário parece motivador para alunos (7º ano) e poderá despoletar discussão; v) o cenário apresenta aspetos importantes para alunos (7º ano) discutirem (Reis, 2013);
- Todas as professoras responderam afirmativamente à possibilidade de utilizarem ABRP nas suas aulas, tendo uma afirmado: “Constatai que as aulas onde utilizo ABRP permitem desenvolver competências cognitivas mais complexas que as aulas “tradicionais””;
- Quando questionadas se utilizariam algum dos materiais apresentados, todas referiram que utilizariam o cenário. Quanto ao questionário de diagnóstico, três professoras utilizariam, mas apenas algumas questões. Como justificação uma das professoras afirmou:

“Considero a banda desenhada bastante apelativa e capaz de motivar a discussão entre alunos, levando-os a procurar respostas sobre os vários temas abordados. Relativamente ao questionário de diagnóstico, parece-me um pouco longo, nomeadamente no que diz respeito a transformações físicas e químicas. Para além disso parece-me bem organizado e a focar as matérias necessárias.”

A professora que não usaria o questionário de diagnóstico, argumentou que é muito extenso.

Uma professora referiu que o cenário apresenta um carácter interdisciplinar, pois alguns temas poderiam também ser discutidos na disciplina “Mundo Atual e Cidadania”.

## 6. Conclusões e implicações

De acordo com os resultados apresentados, parece poder concluir-se com base na análise das respostas das professoras, que:

- i) O cenário poderá promover a curiosidade e despoletar diversos tipos de questões, possibilitando o desenvolvimento de projetos interessantes e relevantes para trabalhar em ABRP (7º ano). Portanto, contribuirá para motivar os alunos a desenvolverem competências indicadas nos documentos curriculares de referência (DEB, 2001a,b);
- ii) O questionário de diagnóstico, parecendo extenso, necessita de revisão.

Unanimemente as professoras manifestaram interesse em implementar ABRP (7º ano), pelas vantagens que esta metodologia apresenta, designadamente na motivação dos alunos para aprender, tendo uma enfatizado a interdisciplinaridade que o cenário poderá proporcionar, por exemplo com “Mundo Atual e Cidadania”.

Desenvolver investigação como a que se descreveu, oferecerá oportunidades para futuros professores de CFQ: i) aprofundarem conhecimentos científico-tecnológicos envolvidos nas temáticas em estudo inter-relacionando conceitos e conhecendo diferentes significados que lhes sejam atribuídos em diferentes contextos, escolares e não escolares, como acontece com o próprio conceito de energia (Angotti & Auth, 2001; Souza & Justi, 2011), incluindo contextos disciplinares específicos; ii) construirão imagens mais adequadas sobre o modo como se desenvolve investigação científica, melhorando as suas perspetivas sobre a natureza das ciências.

Como Morgado & Leite (2012) sublinham, da novidade de ABRP e dos desafios que configura, resulta que, para os professores a implementarem, não basta “a sua familiarização teórica, livresca, com o assunto, e antes requer o seu envolvimento em ações de formação teórico-práticas” (p.513). Consequentemente, a eventual implementação de ABRP por futuros professores dependerá fortemente de terem tido oportunidades de, com orientação e ajuda, aprender sobre esta metodologia e desenvolverem competências necessárias para a implementarem nas suas práticas letivas futuras. Destas, destacam-se as envolvidas na compreensão da importância educativa de ensino contextualizado de ciências, seja de CFQ, Ciências Naturais ou outras ciências escolares, e as necessárias para selecionar e preparar materiais didáticos adequados para promover aprendizagens definidas no âmbito disciplinar específico e pretendidas numa perspetiva abrangente de desenvolvimento de competências para a aprendizagem ao longo da vida (JOUE, 2006).

**Agradecimentos:** Este trabalho foi realizado no âmbito do projeto Educação em Ciências para a Cidadania através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (PTDC/CPE-CED/108197/2008), financiado pela FCT no âmbito do Programa Operacional Temático Factores de Competitividade (COMPETE) do quadro Comunitário de Apoio III e participado pelo Fundo Comunitário Europeu (FEDER).

## 7. Referências bibliográficas

- Aikenhead, G. (2009). *Educação Científica para todos*. Mangualde: Edições Pedagogo, Lda.
- Angotti, J. & Auth, M. (2001). Ciência e tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. *Ciência & Educação*, 7(1), 15-27.
- Arques, J. J. G. (2002). Viñetas de cómic en la enseñanza de la física. *Revista Alambique (Versión electrónica)*, 32, s/n.
- Bogdan, R. & Biklen, S. (1994). *Investigação Qualitativa em Educação – uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Botti, J. & Noguez, M. C. A. (2004). PBL Scenario Essentials. *Proceedings of the PBL International Conference*. Cancun, s/n.
- Cachapuz, A., Praia, J. & Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Instituto de Inovação Educacional. Lisboa: Ministério da Educação.
- Dahlgren, M. & Öberg, G. (2001). Questioning to learn and learning to question: Structure and function of problem based learning scenarios in environmental science education. *Higher Education*, 41, 263-282.
- DEB (2001a). *Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação.
- DEB (2001b). *Orientações Curriculares para o 3º ciclo do Ensino Básico – Ciências Físicas e Naturais*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Decreto-Lei n.º 43/2007, *Diário da República*, 1.ª série, N.º 38, 22/02/2007, 1320.
- Despacho n.º 20066/2009, *Diário da República*, 2.ª série, N.º 171, 3/09/2009, 35851.
- DGEC (2007). *Competências Essenciais para a Aprendizagem ao Longo da Vida – Quadro de Referência Europeu*. Luxemburgo: Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias.
- Dourado, L & Leite, L. (2010). Questionamento em manuais escolares de Ciências: Que contributos para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas da “sustentabilidade na Terra?”. *Boletín das Ciencias – XXIII Congreso de ENCIGA*. Coruña: ENCIGA.
- Esteves, E. (2006). O ensino da Física e da Química através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: Um estudo com futuros professores sobre concepções e viabilidade. *Atas do Congresso Internacional PBL 2006 - Aprendizaje Basado en Problemas* (CD-Rom). Peru: Pontificia Universidade Católica.
- Henriques, M. (2010). O Ano Internacional Do Planeta Terra e a Educação para a Geoconservação. *Ciências Geológicas – Ensino e Investigação e sua História*, II, 465-474.
- Hernández, J. (2002). Algunas consideraciones para la utilización de las ideas previas en la enseñanza de las ciencias morfológicas veterinarias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(3), artigo 2.
- João, P. (2012). *Aprendizagem Baseada em Resolução de Problemas: Materiais e Estratégias para Ciências Físicas e Naturais*. Dissertação de Mestrado em Ciências da Terra (não publicada). Departamento Ciências da Terra da Faculdade Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.
- João, P.; Pedrosa, M. A. & Henriques, M.H. (2012). Energia e Educação para Desenvolvimento Sustentável. *Para Aprender com a Terra: Memórias e Notícias de Geociências no Espaço Lusófono*. (pp. 85-94). Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.

- JOUE (2006). *Recomendação do Parlamento Europeu e do Conselho de 18 de Dezembro de 2006 sobre as competências essenciais para a aprendizagem ao longo da vida* (pp.10-15). Bruxelas.
- Lambros, A. (2004). *Problem-Based Learning in middle and high school classrooms*. Thousand Oaks: Corwin Press.
- Leite, L.; Afonso, A. S. (2001). Aprendizagem baseada na resolução de problemas de problemas – características, organização e supervisão. *Atas do XIV Congresso ENCIGA* (pp. 253-260). Santiago de Compostela: ENCIGA.
- Leite, L. & Esteves, E. (2005). Ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas na Licenciatura em Ensino de Física e Química. *Actas do Congresso Galaico-Português de Psico-Pedagogia* (CD-Rom) (pp. 1751-1768.). Minho: Universidade do Minho.
- Loureiro, I. (2008). *A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas e a formulação de questões a partir de contextos problemáticos - Um estudo com professores e alunos de Física e Química*. Dissertação de Mestrado (não publicada). Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho.
- OECD/IEA (2011). *Key World Energy Statistics 2011*. Paris: International Energy Agency.
- McPhee, A (2002). Problem-based learning in initial teacher education: taking the agenda forward. *Journal of Educational Enquiry*, 3(1), 60-78.
- Morgado, S. & Leite, L. (2011). Os problemas no ensino e na aprendizagem das ciências: perspectivas dos documentos oficiais. *Livro de Actas do XI Congreso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia* (pp.1323-1334) Coruña: Universidade da Coruña.
- Morgado, S. & Leite, L. (2012). Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: efeitos de uma ação de formação de professores de Ciências e de Geografia. *Atas do XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 511-518).
- Pedrosa, M. (2008). Metas de desenvolvimento do milénio e competências – energia e recursos energéticos em educação científica para todos. *Atas do XXI Congresso ENCIGA*, s/n.
- Pedrosa, M. & Mendes, P. (2005). Formação de professores de ciências e educação para o desenvolvimento sustentável – problemas energéticos e questões globais. *Educación e enerxía: propostas sobre a educación enerxética e o desenvolvemento sostible* (pp. 473-489). Universidade de Santiago de Compostela: Servizo de Publicacións e Intercambio Científico.
- Pedrosa, M. & Moreno, M. (2008) Educação para Desenvolvimento sustentável, educação científica e mapas conceptuais. *Atas do V Seminário Ibérico/I Ibero-Americano CTS no Ensino das Ciências* (pp. 353-365). Universidade de Aveiro: Departamento de Didática e Tecnologia Educativa (CD-ROM).
- Reis, P. (2013) *Materiais didáticos para implementar ABRP em CFQ no 7º ano de escolaridade*. Relatório do Projeto de Investigação Educacional II do Mestrado em Ensino de Física e de Química (Não publicado). Departamento de Química da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.
- Souza, V. & Justi, R. (2011). Interloquções possíveis entre linguagem e apropriação de conceitos científicos na perspectiva de uma estratégia de modelagem para a energia envolvida nas transformações químicas. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 13(2), 31-46.
- Trowbridge, J. & Wandersee, J. (2000). Organizadores gráficos guiados pela teoria. *Ensinando Ciência para a Compreensão: uma visão construtivista* (pp. 45-65). Plátano: Edições Técnicas.
- UNESCO (1996). *Learning: the treasure withing*. United Nations Educational.



## 8. Anexos

### ANEXO I: Questionário para avaliação dos materiais preparados para utilizar em ABRP (7º ano – CFQ)

Por favor, preencha o seguinte questionário de avaliação, que foi adaptado das partes pertinentes do de João (2012, Anexo II, p.115-117).

Caraterização do docente

Idade: \_\_\_\_\_

Habilitações Académicas: \_\_\_\_\_

Tempo de Serviço: \_\_\_\_\_

Tempo de Profissionalização: \_\_\_\_\_

Tempo de serviço em que lecionou no 3º ciclo do Ensino Básico: \_\_\_\_\_

- De acordo com os parâmetros propostos para avaliar os materiais didáticos que foram elaborados para utilização em ABRP (7º ano CFQ), por favor assinala com **X** a sua opinião sobre cada uma das afirmações.

Questionário					
Afirmações	Discordo totalment e	Discordo parcialment e	Sem opinião	Concordo parcialment e	Concord o totalmen te
Cenário - enquadramento e questões					
As competências a desenvolver pelos alunos são pertinentes.					
As “experiências educativas” previstas são adequadas.					
Usar este material em ABRP pode contribuir para desenvolver as competências consideradas.					
As imagens do cenário parecem atraentes para os alunos.					
Alunos (7º ano) identificar-se-ão com o cenário (por exemplo com a linguagem, os espaços a que ela alude, o tema...)					
O cenário motivará alunos (7º ano).					
O cenário despoletará discussão entre alunos (7º ano).					
O cenário apresenta aspetos importantes para alunos (7º ano) discutirem.					
O cenário apresenta aspetos pertinentes para alunos (7º ano) discutirem.					
O cenário sugere questões relevantes para ABRP.					
O cenário sugere questões interessantes para ABRP.					
O cenário também sugere questões que não são adequadas para ABRP.					
As questões que se previu que o cenário poderia suscitar em alunos (7º ano) são pertinentes.					
O cenário permite que alunos (7º ano) identifiquem outras questões relevantes para ABRP.					
As questões que os alunos (7º ano)					

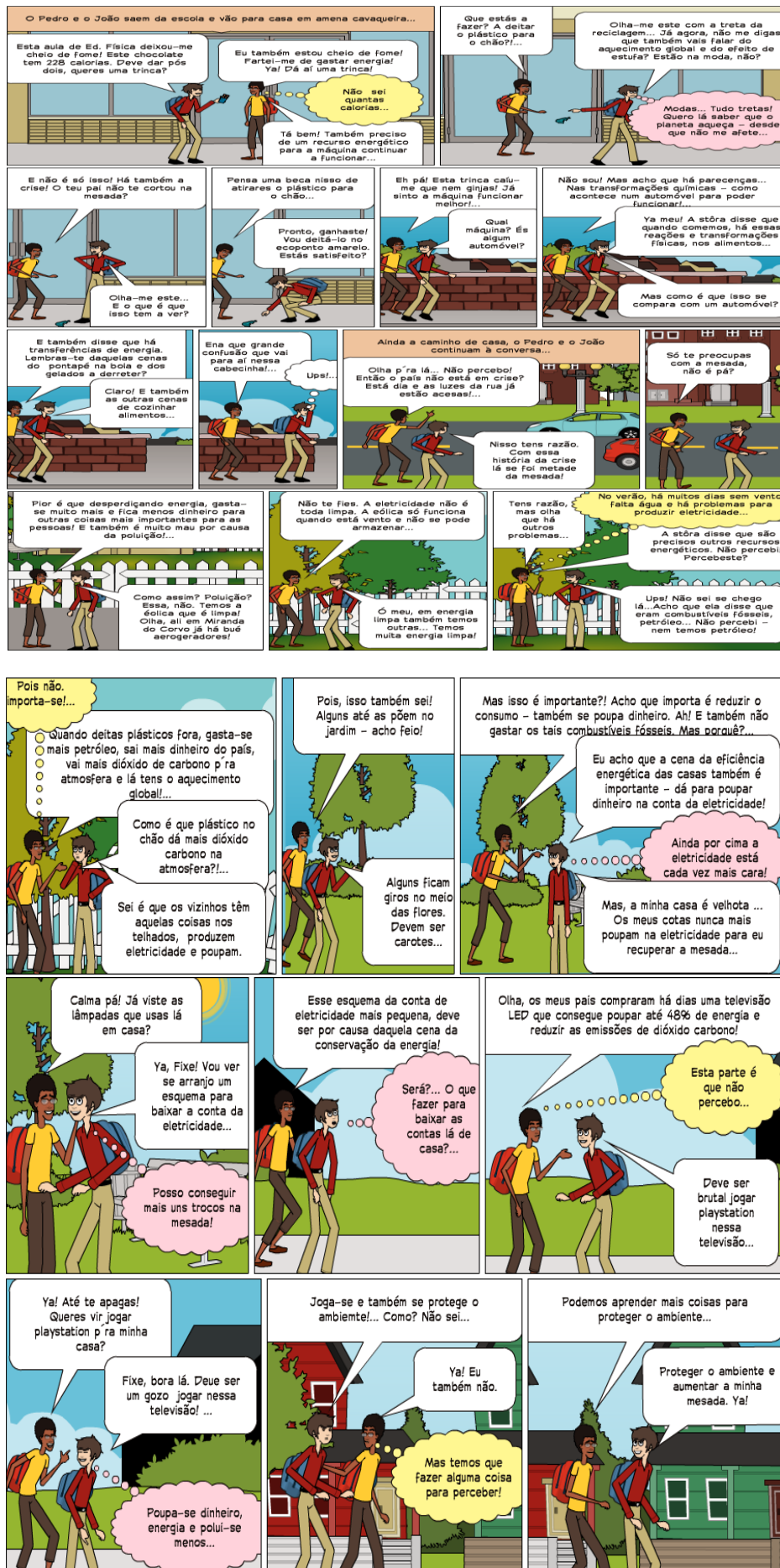
identificação, pela análise do cenário, estimulá-los a procurar literatura relevante.					
Os projetos de ABRP emergentes do cenário estimularão discussões profícuas na turma.					
Conhecimentos e competências prévios dos alunos					
Alunos (7º ano) saberão o indispensável para discutir assuntos do cenário, tendo em vista formular questões para ABRP.					
Alguns assuntos abordados no cenário são relevantes para a vida cotidiana dos alunos (7º ano).					
Alguns assuntos abordados no cenário são relevantes para a vida cotidiana futura (pessoal e profissional) dos alunos (7º ano).					
Os assuntos apresentados no cenário são coerentes com perspectivas de cidadania ativa e responsável.					
Os assuntos apresentados no cenário podem contribuir para práticas responsáveis de cidadania.					
Os assuntos focados nas questões previstas relacionam-se com aspetos prováveis de vida futura dos alunos (7º ano).					

Tabela 1 – Questionário para avaliar os materiais didáticos elaborados para ABRP (7º ano CFQ)

2. Utilizaria ABRP nas suas aulas com alunos do 7º ano?  
Sim\_\_ Não\_\_ Porquê? \_\_\_\_\_
3. Se respondeu sim (em 2), utilizaria algum(ns) destes materiais nas suas aulas do 7º ano, para implementar ABRP?  
Sim\_\_ Quais? \_\_\_\_\_  
Não\_\_ Porquê? \_\_\_\_\_
4. Agradeço, desde já, quaisquer comentários, sugestões ou observações acerca dos materiais avaliados.

Muito obrigado pela colaboração!

## ANEXO II



## ANEXO III



- ☐ Que são células?
- ☐ Que são estruturas celulares?



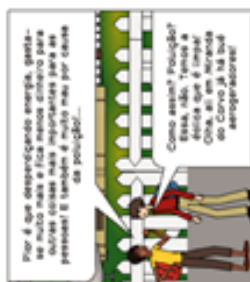
- ☐ Que é a estrutura?
- ☐ Para que se dá a estrutura?
- ☐ Para que é importante a estrutura?
- ☐ Que é o efeito de célula?
- ☐ Que é o aquecimento global?
- ☐ Qual é a importância do efeito de célula?
- ☐ Que problemas são associados ao aquecimento global?



- ☐ Que são transformações químicas?
- ☐ Que transformações químicas podem ocorrer num automóvel?
- ☐ Que transformações químicas podem ocorrer nos alimentos?
- ☐ Que são transformações físicas?
- ☐ Como podem ocorrer transformações físicas nos alimentos?



- ☐ Que são manifestações de energia?



- ☐ Que é a célula? E por que é limpa?
- ☐ Que são as organelas?
- ☐ Como se produz a energia nas organelas?
- ☐ Que quer dizer energia limpa?



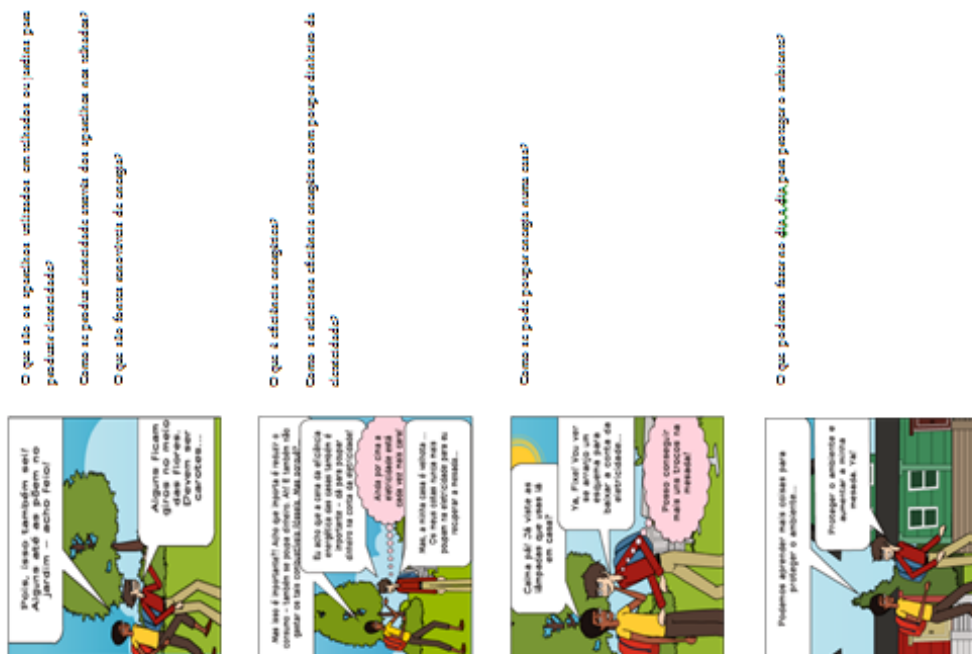
- ☐ Como se pode produzir energia limpa?



- ☐ Que são combustíveis fósseis?
- ☐ Como se relacionam combustíveis fósseis com produção de energia?
- ☐ Quais as vantagens para o ambiente de usar combustíveis fósseis para produzir energia?
- ☐ Que são energias renováveis não renováveis?



- ☐ Para que as células produzem energia (glucose) e como se relacionam com a produção de energia?
- ☐ Como se relacionam as células com a produção de energia e o aquecimento global?
- ☐ Como é que as células produzem energia e poluição?



#### ANEXO IV

#### QUESTIONÁRIO DE DIAGNÓSTICO

Ciências Físico-Química 7º Ano

Nome: \_\_\_\_\_ Nº \_\_\_\_\_ Turma \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Lê atentamente o seguinte texto:

1. A Joana lembrou-se de pedir à sua mãe, a Dona Maria Helena, que fizesse o bolo de maçã e canela de que tanto gosta. Para isso teve que ir apanhar maçãs ao quintal. Enquanto ajudava a mãe na apanha das maçãs lembrou-se de tentar satisfazer a sua curiosidade:

Joana – Óh mãe, como é que aparecem os frutos nas árvores?

Mãe – Óh filha, as árvores, na presença da luz, realizam a fotossíntese e produzem muitas substâncias, como açúcares de que tanto gostas.

1.1 Em tua opinião, a realização da fotossíntese é:

Uma transformação química ☐ Uma transformação física ☐ Tenho dúvidas ☐

Justifica. \_\_\_\_\_

Na cozinha, a Dona Maria Helena bateu os ovos com o açúcar e misturou outros ingredientes...

1.2 Em tua opinião, quando se misturam os ingredientes ocorrem:

Transformações químicas ☐ Transformações físicas ☐ Tenho dúvidas ☐

Justifica. \_\_\_\_\_

...a tarefa da Joana era descascar e cortar as maçãs em pedaços, juntando-lhe farinha para que não escurecessem rapidamente.

1.3 Em tua opinião, quando alguns alimentos são deixados ao ar e escurecem na presença do oxigénio ocorrem:

Transformações químicas ☐ Transformações físicas ☐ Tenho dúvidas ☐

Justifica. \_\_\_\_\_

Quando a Joana pegou numa faca para efetuar a sua tarefa, verificou que estava enferrujada.

1.4 Já reparaste, com certeza, em muitas situações semelhantes. Em tua opinião, quando um metal enferruja, ocorrem:

Transformações químicas ☐

Transformações físicas ☐

Tenho dúvidas ☐

Justifica. \_\_\_\_\_

Na cozinha continuava a preparação do bolo e já com tudo envolvido no tabuleiro, pronto a ir ao forno, a Joana observou atentamente a mãe a friccionar um fósforo na lixa de uma caixa.

1.5 Em tua opinião, quando se acende um fósforo por fricção, ocorrem:

Transformações químicas ☐

Transformações físicas ☐

Tenho dúvidas ☐

Justifica. \_\_\_\_\_

Quando a Dona Maria Helena aproximou o fósforo do bico do forno a gás, a Joana assistiu atentamente à combustão do gás de cozinha.

1.6 Em tua opinião na combustão do gás de cozinha ocorrem:

Transformações químicas ☐

Transformações físicas ☐

Tenho dúvidas ☐

Justifica. \_\_\_\_\_

Enquanto o bolo esteve a cozer no forno, a Joana reparou que ia crescendo bastante e já não estava clarinho, começou a ficar acastanhado. Entretanto, reparou que cheirava bem.

1.7 Em tua opinião, enquanto o bolo crescia e a Joana notou o cheiro agradável cheiro, ocorreram:

Transformações químicas ☐

Transformações físicas ☐

Tenho dúvidas ☐

Justifica. \_\_\_\_\_

Passado o tempo necessário para cozer, a mãe da Joana retirou o bolo do forno para o desenformar e deixa-lo arrefecer. Mas como a Joana era muito gulosa, nem esperou que o bolo arrefecesse. Colocou na boca um pedaço ainda quente, mastigando-o antes de o engolir. Que delícia, disse a Joana!

1.8 Em tua opinião, enquanto o bolo arrefecia, ocorreram:

Transformações de energia ☐

Transferências de energia ☐

Tenho dúvidas ☐

Justifica. \_\_\_\_\_

Enquanto saboreava o bolo, a Joana, mastigava-o, cortando-o em pedacinhos pequenos, antes de o engolir.

1.9 Em tua opinião, enquanto a Joana mastigava o bolo ocorreram:

Transformações químicas ☐

Transformações físicas ☐

Tenho dúvidas ☐

Justifica. \_\_\_\_\_

1.10 Em tua opinião, os alimentos transformam-se em energia no nosso corpo?

Sim ☐

Não ☐

Tenho dúvidas ☐

Justifica. \_\_\_\_\_

Gulosa como era, a Joana comeu o bolo quente, que lhe deu volta à barriga - teve que correr para a casa de banho.

1.11 Em tua opinião, o nosso corpo também liberta energia e materiais?

Sim ☐

Não ☐

Tenho dúvidas ☐

Justifica. \_\_\_\_\_

1.12 Em tua opinião, parte dos produtos das transformações dos alimentos que ingerimos libertam-se?

Sim ☐

Não ☐

Tenho dúvidas ☐

Justifica. \_\_\_\_\_



## 2. Lê atentamente as seguintes notícias



**DN PORTUGAL**

INÍCIO POLÍTICA DESPORTO CARTAZ VÍDEOS ESPECIAIS GALERIAS ARQUIVO

Portugal Mundo Economia Ciência Artes TV & Media Opinião Pessoas

**Extracção de petróleo em Alcobaca divide população**

por Luís do Nascimento 2013 3 comentários

As expectativas dos moradores de Alcobaca, Alcobaca, dividem-se quanto à possibilidade de ser extraído petróleo do subsolo, mas junta espera que qualquer descoberta beneficie a população.

As expectativas dos moradores de Alcobaca, Alcobaca, dividem-se quanto à possibilidade de ser extraído petróleo do subsolo, mas junta espera que qualquer descoberta beneficie a população.

5 [http://cimin.newspaperdirect.com/newspaper/viewer.aspx?content\\_id=1791261&seccao=Car](http://cimin.newspaperdirect.com/newspaper/viewer.aspx?content_id=1791261&seccao=Car)



Mundo

**Derrame de petróleo no Golfo do México pode demorar meses**

Barbara Silva 27/04/10 07:00

1 Leitores Online 1 Páginas Diárias

A explosão de uma plataforma da BP poderá causar uma das piores marés negras dos últimos anos, com mil barris lançados ao mar diariamente.

Prejuízos de 1,2 mil milhões de euros para as separadoras, um desastre ambiental de grandes proporções e meses de operações de limpeza e limpeza. Este é o cenário que a empresa petrolífera britânica British Petroleum (BP) e a sua subsidiária Transocean têm pela frente depois da explosão e afundamento da plataforma petrolífera "Deepwater Horizon" no Golfo do México, a cerca de 70 quilómetros da costa norte-americana de Louisiana.

2 <http://expresso.sapo.pt/aclica-flutuante-da-bp-ja-esta-no-mar-f690624>



**Diário de Notícias**

INÍCIO POLÍTICA DESPORTO CARTAZ VÍDEOS ESPECIAIS GALERIAS ARQUIVO

Portugal Mundo Economia Ciência Artes TV & Media Opinião Pessoas

**Revistas de Imprensa**

**Falta de água faz disparar importação de electricidade**

por Luís do Nascimento 2013 3 comentários

Com menos 7% de chuva no primeiro trimestre do ano, Portugal está a comprar muito mais energia a Espanha.

3 [http://www.dn.pt/especiais/interior.aspx?content\\_id=2436225&seccao=Revistas%20de%20Imprensa&seccao=TV%20e%20MEDIA](http://www.dn.pt/especiais/interior.aspx?content_id=2436225&seccao=Revistas%20de%20Imprensa&seccao=TV%20e%20MEDIA)



DESEMPENHO/SECRETARIA DE ESTADO

**Portugal cumpre metas na reciclagem de embalagens**

por Luís do Nascimento 2013 3 comentários

Portugal está a cumprir as metas estabelecidas para este ano para a reciclagem e valorização de resíduos de embalagens, mas o Governo reconhece a necessidade de investir mais nas acções de recolha do vidro.

4 [http://www.dn.pt/inicio/portugal/interior.aspx?content\\_id=2206112](http://www.dn.pt/inicio/portugal/interior.aspx?content_id=2206112)

Responde às seguintes questões:

2.1 Das notícias que acabaste de ler, indica as que têm a ver com:

a) Fontes renováveis de energia.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐

b) Fontes não renováveis de energia.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐

2.2 Como explicarias o que são:

a) Fontes renováveis de energia?

\_\_\_\_\_

b) Fontes não renováveis de energia?

\_\_\_\_\_

2.3 A energia manifesta-se de diferentes formas, sendo detetada pelos efeitos que provoca nos corpos.

A partir das notícias que acabaste de ler, identifica alguns exemplos de como se pode manifestar a energia.

2.4 Os eletrodomésticos que há nas casas funcionam utilizando energia elétrica. Para a produzir esta forma de energia usam-se diversas fontes.

Indica as fontes de energia que conheces para produzir energia elétrica.

2.5 A notícia 1 relata a produção de energia elétrica limpa, reduzindo emissões de CO<sub>2</sub> para a atmosfera. Concordas que se deva reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> para a atmosfera na produção de eletricidade?

Sim ☐ Não ☐ Tenho dúvidas ☐

Justifica a tua opção.

2.6 Na notícia 2 diz-se que Portugal é um país pioneiro no mundo, na instalação de energia eólica flutuante. Concordas com esta iniciativa em Portugal?

Sim ☐ Não ☐ Tenho dúvidas ☐

Justifica a tua opção.

2.7 A notícia 3 alerta para a preocupação de poupar água em anos em que chove pouco. Pensas que há alternativas para que Portugal dependa menos de países estrangeiros a quem compra energia?

Sim ☐ Não ☐ Tenho dúvidas ☐

Justifica a tua opção.

---

2.8 Na notícia 4 refere-se a preocupação de Portugal em cumprir com as metas na reciclagem de embalagens. Concordas com estas medidas?

Sim ☐ Não ☐ Tenho dúvidas ☐

Justifica a tua opção tendo em conta vantagens ou desvantagens.

---

2.9 A notícia 5 refere a possibilidade de se poder ser extrair petróleo do subsolo português. Concordas com essa iniciativa?

Sim ☐ Não ☐ Tenho dúvidas ☐

Justifica a tua opção.

---

2.10 A notícia 6 relata um acidente ocorrido no Golfo do México em 2010, numa plataforma de exploração de petróleo. Além de derrames, na tua opinião há outros problemas resultantes do uso do petróleo?

Sim ☐ Quais? \_\_\_\_\_

Como poderão ser evitados? \_\_\_\_\_

Não ☐ Porquê? \_\_\_\_\_

Tenho dúvidas ☐ Justifica. \_\_\_\_\_



## **Respondendo à curiosidade científica dos estudantes por meio da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas**

**Petronildo Bezerra da Silva**

*Centro de Educação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil*

### **Resumo**

Este trabalho mostra os resultados de uma experimentação pedagógica orientada para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP). Foram avaliados o uso de um cenário e de um tema para suscitar as curiosidades científicas dos alunos sobre a eletricidade, o nível cognitivo das curiosidades elaboradas e a opinião dos alunos sobre as diversas atividades requeridas para o trabalho com a ABRP. O cenário mostrou-se mais promissor para o levantamento de curiosidades dos alunos com um nível cognitivo voltado a compreensão dos conceitos científicos e do estabelecimento de relações para o entendimento do fenômeno da eletricidade. O nível cognitivo das curiosidades permitiu realizar investigações que levaram os alunos a refletir corretamente sobre os conceitos que envolveram a temática eletricidade. Os alunos apresentaram como aspectos positivos dos processos uma oportunidade de aprender mais e de aprofundar os conteúdos de ensino nas discussões com o grupo.

### **1. Contextualização**

O ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) é uma abordagem de ensino caracterizada pelo uso de problemas para a aprendizagem de conceitos e desenvolvimento de competências. Os estudantes, dentro do processo pedagógico, devem identificar ou formular os problemas e resolvê-lo no intuito de desenvolver habilidades de raciocínio e reconhecer as necessidades de aprendizagem para solucioná-lo (Duch, Groh & Allen, 2001). Tudo isso num processo interação com os colegas do grupo e com o professor, aplicando e sistematizando os novos conhecimentos adquiridos. Os estudantes têm ainda a oportunidade de avaliar as informações que foram utilizadas para resolver o problema e dessa forma gerir melhor a situação de aprendizagem (Albanese & Mitchell, 1993).

Uma dos aspectos mais importantes tratados dentro da ABRP é a orientação de que as questões elaboradas pelos alunos tenham um nível cognitivo que possam gerar um processo de investigação que mobilize procedimentos e atitudes para a aprendizagem de conceitos. Neste sentido também a ABRP, como uma abordagem de ensino, parece criar um espaço para que os alunos possam expor suas curiosidades científicas sobre as mais variadas temáticas, e esta curiosidade, segundo Schmitt e Lahroodi (2008) representa um estado de atenção para conhecer o objeto, um desejo original de saber, um desafio ao conhecimento da realidade, mobilizando ações e atitudes para que os estudantes busquem meios e idéias que os orientam

no processo pedagógico para a soluções dos problemas apontados nas suas curiosidades. Ao representar também uma leitura do aluno sobre a sua própria realidade, a curiosidade científica possui conteúdo, coerência e poder explicativo que se relacionam com aspectos importantes do conhecimento científico, conduzindo os estudantes a investigar sobre certos assuntos que os interessam e que ainda pode levá-los a novos questionamentos. De acordo com Pizzini, Shepardson e Abell (1989) a curiosidade científica dos estudantes contempla a ideia de que os problemas que devem ser tratados no âmbito da ABRP devem ser de certa forma sentidos pelos alunos, ou seja, tem que ser identificados e definidos pelo estudante, demonstrado pela sua preocupação e interesse, o que aumenta a sua motivação, persistência e intensidade para aprender.

## **2 . Objetivos**

Diante das potencialidades da ABRP consoante ao desenvolvimento de uma postura investigativa frente às próprias curiosidades dos estudantes, foram formulados os seguintes objetivos:

- Comparar do nível cognitivo das curiosidades científicas formuladas por alunos que partiram de um cenário com as de alunos que partiram de um tema, com vista à avaliação do caráter epistêmico da sua formulação;
- Comparar as opiniões dos dois grupos de alunos sobre o ensino orientado para a ABRP.

## **3. Fundamentação teórica**

A ABRP tem como base os princípios da resolução de problemas pelos alunos de modo que possam a aprender estratégias e instrumentos de investigação, formular questões a partir de cenários reais ou produzidos e dessa forma aprender conceitos científicos desenvolvendo suas capacidades cognitivas e construindo uma postura questionadora frente aos problemas sociais, científicos e tecnológicos (Barrel, 2007). Materializa-se através de um esforço individual e coletivo de buscar respostas aos seus próprios questionamentos (Duch, 1996), o que constitui um fator de motivação para o aluno, uma vez que o questionamento não é externo, não vem do professor, constitui a sua vontade de aprender. As atividades são focadas no desenvolvimento de habilidades cognitivas como selecionar informações que tenham uma estrutura lógica, consistente e coerente com o problema. No aspecto referente ao

desenvolvimento de competências, busca desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo, discutir as suas respostas, organizar as tarefas para a pesquisa e resolução de problemas, promoverem a sua auto-avaliação e a avaliação dos demais componentes do grupo, dentre outras características.

O professor assume um papel de tutor, guiando e avaliando o desempenho dos alunos durante as etapas gerais de formulação das questões, pesquisa de informação, elaboração das possíveis resoluções e apresentação e discussão dos resultados do processo.

De acordo com Leite e Afonso (2001) a ABRP pode ser organizada em quatro fases distintas:

- (1) Fase: Seleção do contexto de ensino: cabe ao professor selecionar o contexto através do qual acontecerá o desenvolvimento das demais etapas do ensino. O professor deve levar em consideração o nível dos alunos e os conceitos a serem abordados. O contexto pode retratar uma notícia (real, elaborada ou adaptada), uma situação cotidiana, trechos de filmes e pode ser apresentadas sob os mais diferentes suportes- vídeos, textos, histórias em quadrinhos, tirinhas, fotografias, dentre outros. O principal objetivo é suscitar as questões para que os próprios alunos elaborem e respondam.
- (2) Fase: formulação dos problemas: cabe ao aluno, após a leitura o material produzido pelo professor, formular as questões do seu interesse sobre o assunto a ser abordado. Nesta fase, o professor assume o papel de orientar a turma na análise das questões, esclarecendo os problemas, ressaltando que não deve haver sobreposições de questões e discutindo com os alunos uma ordem de resolução das questões, de modo que facilite o entendimento do contexto e as relações existentes entre os conceitos envolvidos.
- (3) Fase - Resolução das questões: esta é considerada a fase mais duradoura, pois implica a busca de informações para a solução dos problemas por meio de diversas fontes, tais como: livros, revistas, sites da internet (indicados pelo professor ou pessoal da biblioteca da escola) ou ainda realizar trabalho de campo. Em ambos os casos pode demandar a realização de vários ciclos de atividades para a resolução dos problemas. Nesta etapa o professor orienta a turma ao mesmo tempo em que avalia o desempenho e engajamento dos alunos nas atividades. É importante o professor salientar a necessidade de participação de todos os membros envolvidos na resolução de problemas para que haja comprometimento e que os objetivos de aprendizagem a sejam alcançados.

- (4) Fase: Síntese e avaliação do processo. Esta fase é realizada em conjunto (professor e aluno). Consiste na apresentação e discussão dos resultados e das aprendizagens alcançadas (conceituais, procedimentais e atitudinais).

A formulação de questões é um momento crucial no processo de ensino orientado para a ABRP. Neste sentido a curiosidade apresenta características que parecem emergir da relação dos estudantes com a sua realidade e dessa forma, as questões parecem adquirir algumas características que incorporam: uma maior motivação dos alunos para investigar segundo os seus próprios interesses (Loewenstein, 1994); é dotada de um valor epistemológico que pode circunscrever o pensamento do aluno em relações causais específicas que facilita o maior conhecimento sobre o objeto de estudo (Schmitt & Lahroodi, 2008); agrega componentes sociais das mais diversificadas (Freire, 1996). Estas são algumas das relações que a curiosidade científica dos estudantes pode manter com as questões a serem respondidas dentro da ABRP. A curiosidade científica é um problema de acordo com aquilo que mobiliza e coloca desafios à sua resolução. Daí a sua importância no âmbito da ABRP.

#### **4. Metodologia**

O trabalho foi desenvolvido em duas turmas do 9º ano (A e B) de uma escola em Braga-Portugal. Para cada uma das turmas foram realizadas sete sessões, que tinham cada uma 90 minutos de duração, nos meses de janeiro e fevereiro de 2011. As duas turmas até então não tinham passado pela experiência de aprender através da ABRP. O tema foi colocado para a turma A (com 15 alunos) e trazia apenas a frase: “circuitos e choques elétricos”. Era pedido aos alunos escrever as curiosidades que tinham sobre o tema. O cenário, usado na turma B (com 11 alunos), descrevia situações cotidianas envolvendo o tema circuito e choques elétricos.

O cenário foi validado a partir da discussão do seu conteúdo entre os pesquisadores do Grupo de Investigação em Ensino de Ciências, Sociedade e Desenvolvimento da Universidade do Minho envolvidos no estudo.

Este trabalho foi realizado acompanhando a intervenção da professora da turma, conforme as diretrizes da ABRP. Sobre os procedimentos iniciais, a professora solicitou que os alunos individualmente escrevessem as curiosidades que tinham sobre o tema, pedindo-lhes atenção e ressaltando que este momento inicial não constituía uma avaliação de modo a terem uma nota. Para este momento destinou cerca de cinco minutos. Em seguida a professora procedeu

à formação dos grupos de trabalho, ressaltando que daí em diante todos seriam avaliados conforme o seu desempenho no grupo.

O passo seguinte foi a discussão das curiosidades que tinham sido formuladas individualmente ou em grupo com o intuito de selecionar aquelas que seriam investigadas. Formaram-se quatro grupos na turma A e três grupos na turma B.

Em seguida, a professora pediu a turma que procurasse agrupar as questões por assunto, o que facilitaria a busca de resposta. A professora em diálogo com as turmas deu início à hierarquização das questões que tem como objetivo organizar a série de curiosidades formuladas, definindo aquelas que, dentro do mesmo tópico, englobam conceitos mais amplos que serão indicadas como as primeiras a serem investigadas e que ajudam a compreensão das demais questões relacionadas, que englobam conceitos mais específicos.

As características cognitivas dessas curiosidades foram avaliadas conforme o protocolo descrito por Dalghen e Öberg (2001) citado por Leite e Palma (2006). Essas características estabelecem uma hierarquia para as questões que variam das mais superficiais às mais complexas e podem ser do tipo: enciclopédico, de compreensão, relacionais, de avaliação e procura de solução.

A professora em seguida orientou os grupos a procederem à pesquisa bibliográfica das curiosidades de modo a ser realizada por meio das mais variadas fontes tais como livros, internet, enciclopédias. Para isso informou sobre a disponibilidade da biblioteca e forneceu aos alunos os computadores portáteis para que pudessem fazer a pesquisa na internet.

A terceira, quarta e quinta sessões foram destinadas a resolução das curiosidades formuladas. Durante estas sessões a professora buscou averiguar o andamento do processo, discutindo com os grupos as fontes bibliográficas que estavam sendo pesquisadas, as respostas às curiosidades, as dificuldades encontradas, entre outras questões importantes sobre o trabalho pedagógico de acompanhamento dos alunos.

As curiosidades referentes ao significado e composição de um circuito elétrico foram respondidas por meio da realização de atividades experimentais, realizadas no laboratório de ciências da escola, o qual dispunha de materiais para a construção de um circuito elétrico, em série e em paralelo.

As duas últimas sessões foram destinadas a apresentação dos resultados. Os grupos das duas turmas optaram por apresentar os resultados em slides do Power Point (Microsoft®).

Foi elaborado um questionário para avaliar a percepção dos alunos sobre a ABRP. O questionário se estruturou nos três momentos gerais da abordagem: formulação das curiosidades, resolução das curiosidades em grupo, apresentação e avaliação do processo. O questionário era composto de questões de múltipla escolha acompanhada de uma justificativa para as respostas dadas. A análise das respostas foi organizada conforme os momentos do processo vivenciados pelos alunos. Cada momento, por sua vez, foi categorizado conforme as respostas dadas pelos alunos e quantificados pelas suas respectivas frequências.

## 5. Apresentação e discussão dos resultados

### 5.1 *Nível cognitivo das curiosidades científicas elaboradas pelos alunos*

A tabela 1 mostra o resultado da classificação dos níveis cognitivos das curiosidades elaboradas pelos alunos que trabalharam com o tema e com o cenário.

**Tabela 1 - Nível cognitivo das curiosidades formuladas pelas duas turmas (%)**  
(N=26)

Nível cognitivo	Turma A (tema) (n= 15)	Turma B (cenário) (n=11)
Enciclopédicas	28	0
De compreensão	52	87,5
Relacionais	8	12,5
De avaliação	4	0
Procura de solução	8	0

A turma que trabalhou com o cenário formulou 16 curiosidades e a turma que trabalhou com o tema formulou 24 curiosidades após a análise e seleção das questões relevantes.

Com relação às características cognitivas das curiosidades e os tipos que podem ser enquadradas, as curiosidades formuladas pela turma B buscavam, em sua grande maioria (87,5%), a compreensão dos conceitos presentes na situação descrita. Apenas duas curiosidades, o que representa 12,5%, podem ser classificadas no tipo relacional, o qual envolve uma complexidade maior.

A turma que trabalhou com o tema (A) também teve como principal tipo de curiosidade a “compreensão” (52%), mas houve uma diversificação maior para outros tipos tais como: enciclopédico (28%) relacional (8%), avaliação (4%), procura de solução (8%). Estes resultados ficaram acima da média dos resultados obtidos por Leite e Palma (2006) quando

trabalhavam com estudantes do oitavo ano sobre a avaliação do nível cognitivo das questões, em relação ao tema “mudanças climáticas” e obtiveram uma média de 42.4% para questões do tipo compreensão. Para os demais tipos de classificação os resultados foram 34.2% para o tipo enciclopédico, 16% para o tipo relacionais, 1,0% para o tipo avaliação e 6,4% para questões que demonstram uma procura de solução.

Segundo Leite e Palma (2006) as questões que buscam pelo menos uma compreensão do fenômeno são consideradas de um nível cognitivo maior e “exigem” uma investigação para a sua solução e desta forma podem ser trabalhadas no âmbito da ABRP. Podemos dizer também que o cenário permitiu a formulação de mais questões de compreensão do que o tema, embora este último tenha proporcionado uma diversidade maior de tipos, o que torna as curiosidades mais complexas de serem investigadas.

Também por meio da curiosidade os alunos demonstraram um numero maior de questões que exigem uma busca de soluções em comparação com o trabalho de Leite & Palma (2006), embora em ambos os trabalhos foi a tipologia de menor percentual, o que demonstra pouca familiaridade em trabalhar com problemas e indica a necessidade de valorizar este tipo de questionamento no ensino de ciências.

Com o cenário, os alunos formularam menos questões do tipo enciclopédico do que com o tema. Este tipo de curiosidade é menos indicado para o trabalho no âmbito da ABRP, pois não suscita grandes esforços para a sua resolução.

No que diz respeito às indicações e orientações de Leite e Afonso (2001) sobre a adequação de um contexto para a formulação de perguntas, podemos afirmar que tanto o cenário como o tema foram propositivos para a formulação das curiosidades dos alunos. O cenário atendeu a orientação geral de permitir o entendimento do contexto, trazia aspectos do mundo real, o que aproxima os alunos da sua vivência e facilita a compreensão e a estruturação das suas curiosidades. Avalia-se que as curiosidades estavam adequadas aos objetivos dos conteúdos de ensino planejados pela professora para as duas turmas do 9º ano. As questões tratavam de um modo geral do nível de compreensão dos fenômenos da eletricidade com relação a sua produção, armazenamento e distribuição para o uso doméstico. Envolveu o conceito de circuito elétrico, transformador, componentes de um circuito, transformação de energia mecânica em energia elétrica e desta em térmica e luminosa, dentre outros. Neste sentido, o cenário foi mais profícuo do que o tema em suscitar questões que tratam dos conceitos do tópico eletricidade, em virtude da situação que o cenário procurava descrever. Entretanto,

conteúdos importantes relacionados com o tópico de ensino como a medida da tensão elétrica, por exemplo, não foram explicitados pelos alunos das duas turmas. Para abordar este aspecto, a professora questionou a necessidade de regulação do fluxo de energia elétrica dentro dos circuitos elétricos, de modo a não provocar sobrecargas nem danificar os eletrodomésticos. Dessa forma, a discussão sobre a necessidade de um transformador da tensão elétrica foi introduzida e os alunos puderam entender o que faz este componente nas nossas casas.

Neste trabalho, chama-se a atenção para os valores epistêmicos da curiosidade. A partir das curiosidades formuladas pelos alunos podemos afirmar que trinta por cento (30%) deles conseguiram apontar na curiosidade, um valor epistêmico para o ato de formulá-las, ou seja, podemos dizer que tal ato, para os alunos, representa uma vontade original de aprender, uma leitura de mundo sobre as situações cotidianas representadas pela temática trabalhada, para a qual demonstram uma atenção para aprender. Isso foi demonstrado por declarações do tipo: “uma oportunidade de termos as nossas duvidas esclarecidas” e “sobre um assunto que sempre queria saber” “curiosidades que já tinha”. Dessa forma percebe-se a atenção e o desejo que segundo Schmitt e Lahroodi (2008) subsidiam uma pergunta, dotando-a de um valor epistêmico, pois não constitui somente um interesse prático ou momentâneo, mas sim uma vigilância epistemológica proporcionada pelo ato de formular tais tipos de questões. As respostas dos alunos portugueses sobre o processo de formular as suas curiosidades revelam também o caráter dialógico da curiosidade segundo Freire (1996), pois o fato de terem as suas dúvidas consideradas como importantes para a investigação, mostra uma abertura do professor as suas necessidades de aprender e dentro da ABRP estes espaços acontecem em vários momentos do processo tanto entre professor e aluno, como entre aluno e aluno.

### ***5.2 Opinião dos alunos sobre o ensino orientado para a ABRP***

Foi recolhida com base no questionário de opinião, o qual foi formulado considerando os seguintes momentos da ABRP: elaboração das curiosidades, trabalho em grupo e resolução das curiosidades e apresentação dos resultados - avaliação geral do processo. Os alunos podiam assinalar mais de uma alternativa para a mesma questão relativa às etapas da ABRP aqui considerada. Dessa forma reunimos estas respostas nas categorias abaixo com as suas respectivas frequências.

As opiniões que emergiram com maior frequência foram a oportunidade de aprender mais e pouca familiaridade em formular curiosidades (tabela 2). As justificativas que sustentaram estas duas opiniões pareciam ambivalentes, mas revelavam o modo muito particular dos



alunos esclarecerem os diversos momentos vivenciados. Por exemplo, formular curiosidades para alguns alunos era apontado ao mesmo tempo como aborrecido e uma oportunidade de ter as suas dúvidas esclarecidas; fácil por conhecer parte do assunto ou difícil por desconhecer outros aspectos. Isto pode ser atribuído a maneira como os alunos perceberam a dinâmica da ABRP no contexto de sala de aula, dinâmica essa com a qual estão muito pouco familiarizados.

**Tabela 2 - Opiniões dos alunos sobre a formulação das curiosidades**

Item	Opiniões	<i>f</i> Turma A (Tema) N=15	<i>f</i> Turma B (Cenário) N=11	<i>f</i> Total
1	Oportunidade de aprender mais	6	5	11
2	Pouca familiaridade em formular curiosidades	12	2	14

Se tivermos como referência o ensino tradicional de transmissão de conteúdos, o ato de formular perguntas não cabe a este modelo. Diante de outro modelo que privilegia o questionamento e a sua resolução pelos próprios alunos, estes adquirem uma postura que denota certo estranhamento com respeito à necessidade de assumir esta etapa das suas aprendizagens. De acordo com os trabalhos de Chang e Barufaldi (1999), Gandra (2001), Leite e Esteves (2005) a continuidade da ABRP proporciona a familiarização com o ato de formular e pensar sobre as suas próprias curiosidades, uma vez que a capacidade de elaborar questões promove um espírito investigativo e deve fazer parte da prática dos professores, de modo a permitir aos alunos o desenvolvimento de competências que consideramos importantes, como refletir sobre a realidade dos fenômenos da natureza e relacioná-los aos condicionantes que determinam a sua ocorrência. Este aspecto também é favorecido pela eleição de cenários problemáticos que aproximam o aluno do conhecimento que deve adquirir, tendo em vista que tais cenários procuram refletir uma realidade/fenômeno que os alunos conhecem ao nível das suas vivências e curiosidades, proporcionando-lhes sentido, significado e interesse (Loureiro, 2008).

Ainda sobre o processo de formulação das curiosidades é interessante notar que na turma B apenas duas opiniões ressaltaram a pouca familiaridade em formular as suas curiosidades, enquanto que na turma A doze opiniões enfatizaram este mesmo aspecto. Este resultado pode ser atribuído ao fato de que na turma B os alunos trabalharam com um cenário intitulado

“Circuitos e Choques elétricos” que descrevia, por meio de um texto, os conceitos enquanto que na turma A houve apenas a descrição da temática com o pedido de formulação da curiosidade por parte dos alunos. Este resultado aponta para validade do uso de cenários problemáticos para a formulação das curiosidades dos alunos e também para o trabalho didático que o professor pode realizar, ou seja, é uma forma bastante adequada para iniciar o processo de formulação de perguntas dentro do contexto da ABRP. Loureiro (2008) ressalta justamente a necessidade de trabalhar com cenários problemáticos como forma de suscitar questões de relevância sócio-cognitiva no trabalho com os alunos do Ensino Básico.

Uma das características mais marcantes do ensino orientado para ABRP diz respeito ao trabalho em grupo, como forma de organizar as atividades práticas, a busca de soluções, a definição de estratégias e o papel de cada membro no desenvolvimento das atividades para alcançar os objetivos da resolução de problemas. Neste sentido, os alunos relataram as principais características do trabalho em grupo e de sua contribuição para a resolução das suas curiosidades no contexto da ABRP (tabela 3).

**Tabela 3 - Opinião dos alunos sobre o trabalho em grupo para a resolução das curiosidades**

<b>Item</b>	<b>Opiniões</b>	<b>f Turma A N=15</b>	<b>f Turma B N=11</b>	<b>f (frequência total)</b>
1	Importante para ajudar na discussão e resolução das curiosidades.	6	7	13
2	Permitir a reformulação das curiosidades.	7	4	11
3	Dificuldades na resolução das curiosidades.	5	2	7
4	Desafiante	5	6	11

Segundo Oliveira (2008) o trabalho em grupo se mostra importante dentro da ABRP, pois através dele é possível a construção de questões ou problemas que possam proporcionar um nível de aprendizagem mais elevado. Em grupo os alunos tem a oportunidade de discutir com os colegas as suas ideias de modo a aprofundá-las ou reformulá-las para que a investigação possa ser conduzida com mais clareza sobre os dados e como estes podem ser relacionados para a solução das suas curiosidades. A avaliação que os alunos fizeram do trabalho em grupo apontou, de maneira positiva, para a efetivação das atividades relacionadas a resolução das suas curiosidades, ou seja, como o trabalho em grupo pode contribuir para que possam alcançar com êxito a solução dos problemas. Poucas opiniões foram referidas negativamente

ao trabalho em grupo. Dessa forma o trabalho em grupo representa um momento em que os alunos tiveram a oportunidade de discutir os achados sobre as suas curiosidades, o que facilita a compreensão dos conceitos.

Sobre a última etapa da ABRP, a tabela 4, mostra as categorias de respostas mais frequentes dadas pelos alunos.

**Tabela 4 - Apresentação das soluções e avaliação geral da ABRP (competências transversais)**

Item	Opiniões	<i>f</i> Turma A N=15	<i>f</i> Turma B N=11	<i>f</i> (frequência total)
1	Aprofunda conteúdos estudados	9	5	14
2	Momento para realizar uma boa apresentação	3	1	4
3	Esclarecimento de dúvidas	2	6	8
4	Discute a resolução com os colegas	2	1	3

As diferenças mais significativas foram notadas para o aprofundamento dos conteúdos e para o esclarecimento de dúvidas. O aprofundamento dos conteúdos pode ser explicado em função do tipo de curiosidade formulada na turma A. As curiosidades desta turma tinham uma diversidade cognitiva maior. Esta turma apresentou um número maior de curiosidades com características cognitivas relacionais, de procura de solução e de avaliação. Daí ter como opinião dos estudantes um aprofundamento dos conteúdos que, segundo os próprios alunos, permitiu-lhes estudar mais o assunto.

Para a turma B, que trabalhou com o cenário, a diferença mais significativa foi apontada como o esclarecimento de dúvidas relacionadas aos acontecimentos relatados no cenário que também se relaciona com os conteúdos de ensino da disciplina, cujas curiosidades tiveram, na maior parte, uma característica de compreensão.

Sobre a ABRP como um todo, podemos dizer que as duas turmas a avaliaram de forma bastante positiva, apontando que serviu para “responder as suas dúvidas”, “pensar mais sobre o assunto”, “estudar as respostas dos colegas de outros grupos”, dentre outras opiniões. Isto foi verificado durante a apresentação dos resultados. Neste momento, numa perspectiva assumidamente construtivista, a professora questionava os alunos sobre as respostas atribuídas as questões formuladas, no intuito de permitir que o aluno alcance a aprendizagem conceitual. Este momento também serviu para a professora como um momento de avaliação

da aprendizagem dos alunos. Assim, foi possível perceber, da parte de alguns alunos uma consistência conceitual maior, uma assimilação adequada do conceito e uma clareza na informação adquirida durante a pesquisa. Outros, entretanto, não conseguiram explicar o conteúdo da resposta dada as questões, o que parece ter representado apenas uma transcrição do que foi encontrado durante a pesquisa e que se mostra na incompreensão do seu conteúdo. Isto parece reforçar algumas observações apontadas pelos alunos quanto a limitação da abordagem, no que concerne a proposição de resoluções sem um apoio explicativo do professor. Neste sentido, pareciam solicitar uma intervenção mais diretiva do professor no que concerne a explicação do fenômeno e não apenas tutorial, por meio de declarações do tipo “Porque havia coisas na internet relacionado com a eletricidade que acho que um professor podia explicar melhor”, “prefiro a professora explicando”, “deveria ser realizada depois de abordada a matéria”. Dada a dinâmica da ABRP, esta postura não poderia ser, a princípio, assumida pelo professor. Entretanto é possível afirmar que o momento da discussão em grupo é bastante promissor para diminuir essa lacuna e permitir que os alunos coloquem mais questões, exponham novas dúvidas que possam ser refletidas por meio da relação professor-aluno, o que neste momento é bastante propício ao diálogo e a aprendizagem. Este momento de discussão entre alunos e professores ao apresentar os resultados é extremamente esclarecedor pois tira possíveis dúvidas que ainda se faça presente, avalia-se o conteúdo das respostas dos alunos, o domínio conceitual e permite uma avaliação do desempenho dos grupos como um todo.

## **6. Conclusões e implicações**

Os resultados são concordantes com outros trabalhos que apoiam o valor de cenários problemáticos para suscitar as curiosidades dos alunos que buscavam em sua maioria a compreensão do fenômeno da eletricidade. Tal fato ressalta que, sendo estes cenários retratos da realidade de fatos vivenciados pelos alunos, fica claro que a componente social é o principal elemento formador das suas curiosidades. Desta forma, a curiosidade científica como um valor epistemológico retrata um objeto de interesse para o ensino de ciências e mostra a importância das relações sociais no processo de elaboração de questionamentos de grande valor para a aprendizagem e desenvolvimento intelectual dos estudantes.

Com relação à opinião dos alunos sobre o processo de ensino vivenciado, houve uma indicação positiva sobre o desenvolvimento das potencialidades da ABRP no que se refere à proposição de problemas com um nível de resolução relativamente elevado, o trabalho em

grupo como oportunidade de discussão das curiosidades e das suas resoluções e o momento de apresentação e avaliação das respostas como um momento de novas aprendizagens.

**Agradecimentos:** A Professora de Ciências por permitir acompanhá-la e discutir questões relevantes sobre ABRP, aos estudantes participantes da pesquisa e a direção da Escola do Ensino Básico de Braga-Portugal.

## 7. Referências bibliográficas

- Albanese, M. & Mitchell, M. (1993). Problem-based Learning: a review of literature on its outcomes and implementation issues. *Academic Medicine*, 68(1), 52-81.
- Barrel, J. (2007). *Problem-Based Learning: An Inquiry Approach*. (2 Ed.). Thousand Oaks. Corwin Press.
- Chang, C. & Barufaldi, J. (1999). The use of a problem solving: based instructional model in initiating change in students achievement and alternative frameworks. *International Journal Science Education*, 21(4), 373-388.
- Duch, B. (1996) Problem-based learning in physics: the power of students teaching students. *Journal of College Science Teaching*, 326-329.
- Duch, B., Groh, S. & Allen, D. (2001). *The power of problem-based learning: a practical "how to" for teaching undergraduate courses in any discipline*. 1 st. ed. Virginia: Styllus Publishing, LLC.
- Freire, P. (1996). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativ* (25<sup>a</sup>ed). São Paulo: Paz e Terra.
- Gandra, P. (2001). *O efeito da aprendizagem da física baseada na resolução de problemas: um estudo com alunos do 9º Ano de escolaridade na área temática: "Transporte e Segurança"*. Dissertação de Mestrado (Área de Especialização em Ensino de Física) – Universidade do Minho, Braga, Portugal.
- Leite L. & Afonso, A. (2001). Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas. Características, organização e supervisão. *Boletín das Ciencias*, 14(48), 253-260.
- Leite, L. & Esteves, E. (2005). Ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas na licenciatura em ensino de Física e Química. *Anais do Congresso Galaico Português de Psicopedagogia*. Braga: Universidade do Minho.
- Leite, L. & Palma, C. (2006). Formulação de questões, educação em ciências e aprendizagem baseada na resolução de problemas: um estudo com alunos portugueses do 8º ano de escolaridade. *Anais do Congresso Internacional PBL*. Lima: Peru.
- Loureiro, I. (2008). *A aprendizagem baseada na resolução de problemas e a formulação de questões a partir de contextos problemáticos : um estudo com professores e alunos de física e química*. Dissertação de Mestrado. Braga: Universidade do Minho.
- Pizzini, E., Shepardson, D. & Abell, S. (1989). A Rationale for and the development of a problem solving model of instruction in science education. *Science Education*, 73(5), 523-534.
- Schmitt, F. & Lahroodi, R. (2008). The Epistemic Value of Curiosity. *Educational Theory*, 58(2), 125-148.

## **Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas no ensino das Ciências: um estudo com alunos do 10ºano**

**Rosa Soares, Daniel Teixeira & Áurea Roxo**

*Agrupamento de escolas Garcia de Orta, Porto, Portugal*

### **Resumo**

Esta investigação, realizada com um grupo de quarenta e sete alunos do 10ºano de escolaridade, permitiu reconhecer estratégias e recursos que os alunos preferem na aplicação da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP), assim como o que pensam estes alunos sobre os procedimentos, características e competências desenvolvidas com a ABRP. A estratégia mais apreciada pelos alunos, em estudo, é o trabalho experimental e o role-play é a estratégia menos apreciada. Os recursos mais considerados são os filmes, documentários, cenários e manual escolar. A maioria dos alunos identificou-se com os procedimentos e as características da ABRP. Relativamente às competências desenvolvidas, os alunos valorizam preferencialmente a aprendizagem de conteúdos científicos, seguida de competências transversais que serão importantes no futuro. A maioria dos alunos considera que esta metodologia não dificultou a aprendizagem. Com este estudo não se pretende generalizar resultados, mas sim efetuar uma reflexão sobre a abordagem da ABRP.

### **1. Contextualização**

Na procura de metodologias de ensino que promovam o interesse pelas Ciências, investigadores como Lambros (2004) e Barret e Cashman (2010), captam a atenção de qualquer professor para a necessidade de conhecer e aplicar metodologias de ensino orientadas para a investigação (*Inquiry Teaching*), nomeadamente *Problem based Learning* (PBL), designado em português por Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP).

A ABRP é reclamada como uma metodologia que pode desenvolver nos alunos o raciocínio científico e auxiliar não só a aprenderem alguns aspetos essenciais da investigação científica (recolher factos, encontrar evidências, procurar soluções, argumentar, comunicar os resultados investigados), mas também a sua própria natureza (Vasconcelos & Almeida, 2012).

Com este trabalho pretendeu-se investigar a opinião dos alunos sobre a metodologia ABRP e sobre as estratégias e recursos a utilizar nesta metodologia de ensino.

### **2. Objetivos**

a) Averiguar as preferências dos alunos sobre as estratégias a aplicar no ensino das Ciências.

- b) Averiguar as preferências dos alunos sobre os recursos educativos a utilizar no ensino das Ciências.
- c) Indagar as perspetivas dos alunos acerca do modo como a metodologia de ABRP foi por eles experienciada.

### **3. Fundamentação teórica**

#### ***3.1 Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas***

A ABRP é considerada uma metodologia de ensino e de aprendizagem centrada no aluno (em vez de dirigida pelo professor e baseada no processo) que começa com problemas, tão reais quanto possível, do quotidiano ou de um futuro imaginável. Os problemas a resolver devem emergir em contextos ou cenários do dia-a-dia, de modo a que este apareça como uma fonte de problemas (Lambros, 2004) e que seja facilitada a sua ligação ao mundo real. O problema deve despertar no aluno o levantamento de questões, ponto central da metodologia, e por isso definida como uma abordagem por questionamento e pesquisa (pequena investigação). Ao focar-se em múltiplas soluções, em vez de respostas corretas (investigação do nível quatro, segundo Marshall (2009)), esta metodologia oferece hipóteses alternativas e explora problemas abertos (Goodnough & Cahsion, 2003). Mais do que a resposta para o problema, importa o caminho percorrido, definidor das competências desenvolvidas e do conhecimento construído (Vasconcelos, 2011).

De acordo com Lambros (2004), a ABRP desenvolve competências que perduram por toda a vida. A autora refere que quando o foco da metodologia é em possíveis múltiplas soluções, e não apenas na solução correta, permite aos alunos terem um sucesso muito diferente do promovido em aulas tradicionais. O sucesso, que tende a ser avaliado apenas por níveis elevados de classificação em testes ou pelas respostas mais perfeitas, deve igualmente ser avaliado pela criatividade, pela investigação, pelo contributo dos alunos na procura de solução para o problema e pela colaboração no grupo. Estes aspetos são valorizados e potenciados na ABRP e, por permitirem o sucesso em aspetos menos considerados noutras metodologias, acabam por motivar os alunos para a aprendizagem. Este modelo de aprendizagem parece favorecer a autoperceção por parte dos alunos relativamente às competências adquiridas e, promove uma maior confiança em si mesmos. Como consequência, promove uma alteração na conduta levando a uma participação ativa, propiciando uma atitude positiva face à aprendizagem (Casla & Zubiaga, 2012).

A metodologia da ABRP requer que os alunos trabalhem em pequenos grupos, com quatro a sete elementos, cuja composição deve ser heterogênea (Lopes, 2006), para tentarem atingir os objetivos e para, progressivamente, aumentarem a responsabilidade pela sua aprendizagem (Reigosa & Jiménez-Aleixandre, 2007). Na ABRP, tal como definido em Leite e Esteves (2008), a aprendizagem de conhecimentos auxilia o desenvolvimento de competências associadas ao trabalho em grupo, designadamente as relacionadas com a comunicação, a relação interpessoal, a cooperação e o respeito mútuo. O trabalho em pequenos grupos envolve atividades autodirigidas e aumenta a participação na discussão, nomeadamente de aceitação de opiniões (Lambros, 2002; Prince *et al.*, 2005).

O papel do professor na ABRP é de um tutor/facilitador. Scott (2005) refere que o papel do professor em desenvolver e apresentar um problema é tão importante como o próprio problema. De acordo com este autor, este processo de mediação, o facilitador tem que saber envolver os alunos, promovendo o questionamento e motivando-os para pesquisarem a solução para o problema. Facilitar o processo potenciando o questionamento, a investigação e o desenvolvimento de pensamento crítico e a capacidade de argumentação, são tarefas cruciais de um bom facilitador.

O recurso à APBR não implica o abandono de estratégias de ensino frequentemente utilizadas pelos professores de ciências, nomeadamente se o sucesso escolar é obtido com o seu recurso (Vasconcelos, 2011). Pelo contrário, esta metodologia pretende melhorar a utilização de estratégias mais tradicionais, nomeadamente as aulas expositivas, que podem ser utilizadas, embora não se aconselhe exposições prolongadas, mas sim interativas e de cerca de 10 minutos (Lambros, 2004). Esta estratégia serve essencialmente, para auxiliar os alunos quando não conseguem avançar na resolução do problema, porque se depararam com obstáculos complexos e necessitam do facilitador para os auxiliar. Outras estratégias e recursos como os trabalhos laboratoriais/experimentais ou de campo, utilização do V de Gowin (Flores, 2010), mapa de conceitos, ou a simples resolução de fichas de trabalho ou pesquisa na Internet, são também frequentemente utilizadas.

Segundo Vasconcelos *et al.* (2012), ABRP é uma metodologia que pretende auxiliar o desenvolvimento do conhecimento reflexivo para a ação, considerando estes autores que é necessário realizar mais investigações sobre a aplicação desta metodologia, o que fundamentou a realização deste estudo.



### ***3.2 Estratégias e recursos educativos***

Segundo a terminologia de Vieira e Vieira (2005), as estratégias podem ser classificadas em três níveis: 1 - o princípio da realidade - situações da vida real, como por exemplo estágios, questionamento; 2 - simulações de realidade, como por exemplo role-play, simulação, trabalho de grupo, poster, modelação; 3 - abstrações da realidade, como por exemplo treino ou prática, ensino assistido por computador.

Por outro lado, os recursos educativos, segundo Lucena (2008), são qualquer meio que o docente utiliza para a planificação ou o desenvolvimento das aulas: obter informação, ajudar na organização da aula, transmitir o conteúdo, facilitar a avaliação ou servir para apresentar exemplos. Ricoy e Couto (2012), por outro lado defendem uma interpretação ampla e generalista para o conceito de “recurso educativo”, que pode representar um objeto (material), um meio (associando-se à faceta comunicativa) ou uma estratégia didática (vinculada com o procedimento).

## **4. Metodologia**

Este trabalho foi desenvolvido em duas fases: na 1ª fase utilizou-se a metodologia de ensino designada por ABRP, em temas diversificados dos conteúdos do programa de Biologia e Geologia 1, recorrendo a estratégias e recursos variados. Na 2ª fase aplicou-se, aos alunos das turmas em que se realizou o estudo, um questionário constituído por questões sobre a metodologia de ensino, as estratégias e os recursos utilizados.

A metodologia de ensino aplicada ao longo do período em que se realizou o estudo, um ano letivo, foi a ABRP, tendo-se elaborado vários cenários de acordo com os conteúdos a lecionar, citando-se alguns exemplos: “Crateras da Lua”, “Sismo na cidade de Lorca”, “A experiência de previsão de Parkfield, Califórnia”, “Recifes de coral e branqueamento”, “Produção industrial de citrato”, “Biomassas e produção de matéria orgânica”, “Processos de obtenção da matéria por euglenófitas” e “Epilepsia”.

Por exemplo, para o cenário “Crateras na Lua” utilizaram-se fotos da Lua que permitiu que os alunos seleccionassem factos (as crateras) e colocassem várias questões, as quais nomeadamente foram sobre: a origem, os fatores intervenientes na formação, as dimensões das crateras, e a relação entre as existentes na lua e na Terra. Seguidamente os alunos formularam hipóteses (por exemplo sobre as dimensões dos materiais, a composição dos

materiais, a velocidade atingida pelos materiais na Lua, a existência de mais crateras na Lua do que na Terra, os fatores que condicionam variações das características estudadas); após a discussão propuseram atividades experimentais, nas quais se utilizaram berlindes e bolas de aço, de vários tamanhos, lançadas a alturas diferentes, e recorreu-se também à utilização de software educativo (Impact Simulator). A divulgação à turma dos resultados, obtidos pelos vários grupos de trabalho, foi efetuada através de um relatório elaborado em grupo.

Para os restantes cenários as estratégias propostas para a resolução dos problemas colocados pelos alunos foram as seguintes: trabalho experimental (fatores que atuam na fermentação, processos de transporte nas plantas, efeito da presença ou ausência de luz na produção de matérias orgânicas), trabalho laboratorial (caraterizar células eucarióticas), simulação (movimentos dos planetas, caraterização das galáxias, dimensões das crateras), construção do V de Gowin (funcionamento dos estomas: ação da luz, variação da pressão osmótica). Também se desenvolveram atividades que descrevem situações da vida real, como o trabalho de campo (Parque Paleozoico de Valongo). Todas as atividades didáticas efetuadas corresponderam sempre a trabalhos realizados em grupo.

Os recursos utilizados neste estudo foram selecionados de acordo com os cenários criados, assim com atendendo às questões e hipóteses formuladas pelos alunos; alguns desses recursos foram: software educativo (Stellarium), modelos biológicos (leveduras), webquest, manual escolar, aplicações informáticas (Earthquake, Impact Calculator), documentários/séries, filmes (Parques Geológicos na Europa), chaves dicotómicas, coleções didáticas, etc. Também se recorreu a todo o material de laboratório, sempre necessário para uma disciplina deste cariz.

Na segunda fase do trabalho, no fim do não letivo, foi solicitado aos alunos que respondessem a um questionário *on line* cujas questões abordavam aspetos sobre o funcionamento da ABRP, as estratégias e os recursos utilizados.

As questões referentes aos recursos e instrumentos, eram de resposta curta e as referentes à metodologia eram constituídas por itens de seleção. O questionário estava organizado em duas partes. Na primeira parte os alunos, numa escala de 1 a 5 (1. muito abaixo das expectativas/muito fraco; 2. abaixo das expectativas / fraco; 3. correspondeu às expectativas / razoável; 4. acima das expectativas / bom; 5. Excelente), avaliavam cada recurso e cada estratégia. A segunda parte do questionário pretendia aferir como os alunos avaliavam a ABRP, apresentando três grupos de questões sobre os procedimentos, as características e as

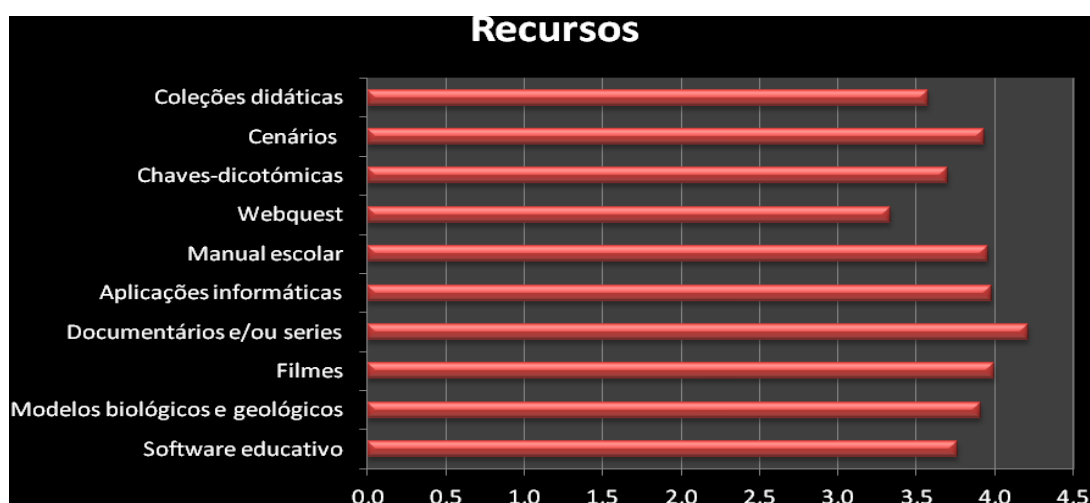
competências desenvolvidas pelos alunos.

O questionário aplicado para avaliação da metodologia ABRP foi concebido a partir de um já existente, que é possível encontrar no trabalho de Vasconcelos *et al.* (2012).

## 5. Apresentação e discussão dos resultados

Nesta secção serão apresentados e discutidos os resultados obtidos resultantes da aplicação dos questionários aos alunos.

Questionados os alunos sobre os recursos que mais os motivaram e contribuíram para a sua aprendizagem (Gráfico 1), a webquest foi o recurso menos apreciado (média inferior a 3,5) e os documentários ou séries (média 4,2) foi o mais apreciado, seguido das aplicações informáticas e filmes (média 4,0), modelos e cenários (média 3,9). Os alunos também gostaram de utilizar o manual escolar (média 4,0).

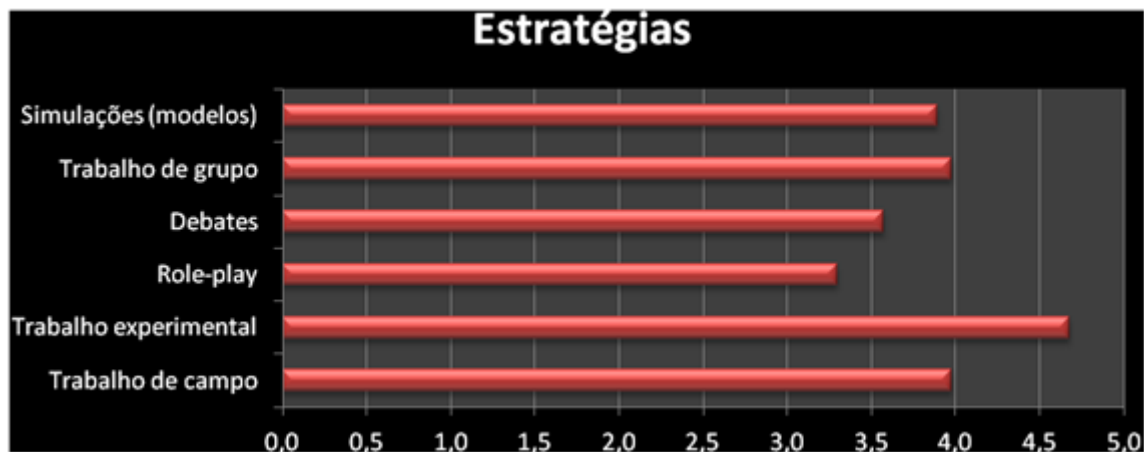


**Gráfico 1 - Média dos resultados obtidos no inquérito quanto aos diferentes recursos utilizados**

Estes resultados evidenciam que os alunos têm preferências por diversos recursos para a realização da aprendizagem, que sejam fontes de problemas, facilitadores da ligação ao mundo real e de uma abordagem por questionamento e pesquisa (Lambros, 2004; Marshall, 2009).

No gráfico 2 estão representados os resultados obtidos relativamente às estratégias, constatando-se que a mais apreciada pelos alunos foi o trabalho experimental com valores próximos de 5 (excelente), seguida do trabalho de campo, trabalho de grupo e a modelação. O role-play foi a estratégia menos apreciada pelos alunos. De salientar que as estratégias eleitas

pelos alunos correspondem a meios didáticos favoráveis ao desenvolvimento de competências e construção de conhecimento (Lambros, 2004; Vasconcelos, 2011), em que os alunos são agentes ativos.



**Gráfico 2 - Média dos resultados obtidos no inquérito quanto às diferentes estratégias utilizados**

No que concerne aos procedimentos utilizados na ABRP, este estudo permitiu a obtenção dos resultados presentes na Tabela 1. Da análise desses dados constatou-se que as respostas positivas correspondem aos valores mais elevados. Relativamente à seleção dos factos, apenas um aluno considerou que não seleccionou factos. A maioria dos alunos (trinta e seis) considerou que formularam questões-problema e a maioria dos alunos (trinta e seis) trabalhou não só as questões-problema formuladas pelo seu grupo, mas também as questões da restante turma.

**Tabela 1 - Resposta dos alunos ao questionário sobre procedimentos na ABRP**

(N = 47)

Procedimentos na ABRP	Respostas positivas	Respostas negativas
Selecionei os factos mais importantes.	46	1
Formulei as minhas questões-problema.	36	11
Respondi às minhas questões-problema.	17	30
Trabalhei com as minhas questões-problema e também da restante turma.	36	11
As questões-problema elaboradas foram pertinentes para a aprendizagem	31	16
O papel do professor na aprendizagem	28	18

Quanto à função desempenhada pelo professor em ABRP, vinte e oito alunos referenciam a presença do professor facilitador como um elemento fundamental da aprendizagem. Assim,

verifica-se que os alunos consideram importante o papel do professor e a mediação que efetua como aspetos potenciadores das aprendizagens (Vasconcelos, 2011).

De acordo com a tabela 2, a maioria dos alunos respondeu positivamente às questões relacionadas com as características da metodologia. A resposta “centrada no aluno” é a que apresenta valores mais elevados nas respostas negativas, com trinta e cinco alunos a referirem que a ABRP não é centrada nos alunos.

**Tabela 2 - Resposta dos alunos ao questionário sobre características da ABRP**  
(N = 47)

<b>Características da ABRP</b>	<b>Respostas positivas</b>	<b>Respostas negativas</b>
Centrada no aluno	12	35
Iniciada com problemas do quotidiano que levem ao questionamento e pequena investigação	31	16
Promove a construção de conhecimento	37	0
Promove o desenvolvimento de competências que se mantêm para toda a vida (comunicação, argumentação, de trabalho colaborativo)	34	0

No respeitante aos resultados obtidos sobre as competências desenvolvidas através da ABRP (Gráfico 3), os dados evidenciam que os alunos colocaram em ênfase a aprendizagem de conteúdos científicos (média 4,3), seguida da melhoria do espírito crítico, a capacidade de escrita e a capacidade de argumentação, a capacidade de captar a atenção do aluno, a melhoria do trabalho em equipa, a dificuldade da aprendizagem e a ajuda a procurar soluções.



**Gráfico 3 - Média dos resultados obtidos para as competências desenvolvidas com a aplicação da ABRP**

Estes resultados do estudo evidenciam a importância da ABRP e do papel do professor na ABRP como um tutor/facilitador, tal como indicado por Scott (2005). Os alunos reconhecem que esta metodologia didática aplicada em contexto de sala de aula potencia o processo de

aprendizagem, promovendo o questionamento, a investigação e o desenvolvimento de pensamento crítico e a capacidade de argumentação, com o apoio de um facilitador/professor.

## **6. Conclusões e implicações**

Atendendo aos objetivos do trabalho, a investigação efetuada permitiu obter as conclusões que seguidamente são apresentadas.

Nos recursos educativos, os documentários ou séries são os melhores avaliados, seguidos com posições muito próximas dos cenários, das aplicações informáticas, dos materiais biológicos e dos modelos (geológicos) e do manual escolar. Os recursos menos bem avaliados são a webquest e as chaves-dicotómicas.

A estratégia mais apreciada pelos alunos é o trabalho experimental, enquanto que o role-play e a menos apreciada. Quer o trabalho de campo, como trabalho de grupo e a utilização de modelos são também muito considerados pelos alunos.

Relativamente à ABRP constata-se que a maioria alunos se identificou com os procedimentos e as características da ABRP, com exceção da característica centrada no aluno.

Quanto a este último resultado, importa referir que poderá ser explicado pelo facto dos alunos não perceberem o significado da questão, atendendo a que nas questões sobre o procedimento a maioria respondeu positivamente à questão da mediação efetuada pelo professor. De salientar também, e como já referido, quanto às competências que caracterizam esta metodologia, os alunos atribuíram valores mais elevados à aprendizagem de conteúdos científicos, seguida de competências transversais que serão importantes no futuro. A maioria dos alunos considerou que esta metodologia não dificultou a aprendizagem.

As estratégias e os recursos a utilizar nesta metodologia deverão ser bastante diversificados de modo a permitir que os alunos sejam agentes ativos e promovendo nos alunos o desenvolvimento de competências de conhecimento, de forma a prepará-los para uma cidadania responsável.

Com este estudo não se pretendeu generalizar resultados, atendendo às dimensões da amostra, mas sim refletir sobre as condições de aplicação da ABRP no Ensino das Ciências e refletir sobre as melhorias a implementar em contexto de sala de aula. Assim, no próximo ano letivo (2013-14) pretende-se dar continuidade a esta investigação através de um estudo com a mesma amostra, correspondendo a alunos que nesse momento temporal frequentam o 11º ano

de escolaridade. O propósito desse trabalho futuro concerne em que a intervenção do professor em contexto letivo proporcione estratégias/intervenções didáticas tais que permitam que os alunos identifiquem claramente que esta metodologia é centrada no aluno (Lambros 2004), além de se reforçar outras características desta metodologia nomeadamente o papel do professor.

## 8. Referências bibliográficas

- Barret, T. & Cashman, (Eds). (2010). *A Practitioner's Guide to Enquire and Problem-based Learning. Teaching and Learning*. Dublin: UCD.
- Casla, A. & Zubiaga, I. S. (2012). Cambio de la percepción de los estudiantes sobre su aprendizaje en un entorno de enseñanza basada en la resolución de problemas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 11(1), 59-75.
- Coutinho, C., P. (2011). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas, Teoria e Prática*. Coimbra: Edições Almedina. ISBN: 9789724044873.
- Goodnough, K., & Cahsion, M. (2003). Fostering inquiry through problem-based learning. *Science Teacher (Normal III)*, 79(9), 21.
- Lambros, A. (2002). *Problem-Based Learning in K-8 Classroom*. Thousand Oaks: Corwin Press.
- Lambros, A. (2004). *Problem-Based Learning in Middle and High School Classrooms – A Teacher's Guide to Implementation*. Thousand Oaks: Corwin Press.
- Leite, L. & Esteves, E. (2006). Trabalho em grupo e aprendizagem baseada na resolução de problemas: Um estudo com futuros professores de Física e Química. In *Atas do Congresso Internacional PBL 2006 ABRP* (Cd-Rom). Lima (Peru): Pontifícia Universidad Católica del Perú.
- Lucena, R. (2008). El profesor que programa: La programación como instrumento de trabajo. In J. C. Sánchez Huete (Coord.). *Compendio de Didáctica Genera* (pp. 207-241). Madrid: Editorial CCS.
- Lopes, A., Rutherford, R., Quinn, M., Mathur, S., Cruz, M. (2006). *Competências Sociais: Aspetos Comportamentais, Emocionais e da Aprendizagem*. Braga: Psiquilibrios.
- Marshall, J. (2009). *Four Steps for Improving Inquiry-Based Teaching and Learning*. Clemson University.
- Reigosa, C. & Jiménez-Aleixandre, M. (2007). Scaffolded Problem-Solving in Physics and Chemistry Laboratory: Difficulties hindering Students' assumption of responsibility. *International Journal of Science Education*, 29 (3), 307-329.
- Ricoy, M. & Couto, S. (2012). Os recursos educativos e a utilização das TIC no Ensino Secundário na Matemática. *Revista Portuguesa de Educação*, 25(2), 241-262.
- Scott, A. (2005). Investigating Traditional Instruction and Problem-Based Learning at Elementary Level. *Thesis in Education*. Mississippi: Department of Instructional Systems, Leadership and Workforce; Faculty of Mississippi State University.
- Vasconcelos, C. (2011). Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas no ensino da Geologia. *Lição de Provas de Agregação em Educação em Ciências*. Braga: Instituto de Educação da Universidade do Minho.
- Vasconcelos, C. & Almeida, A. (2012). *Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas*

*no Ensino das Ciências: Propostas de trabalho para Ciências Naturais, Biologia e Geologia.* Coleção Panorama. Porto: Porto Editora.

Vieira, M. & Vieira, C. (2005). *Estratégias de Ensino/ Aprendizagem.* Coleção horizontes Pedagógicos. Lisboa: Instituto Piaget.

Vasconcelos, C., Amador, F., Soares, R. & Pinto, T. (2012). Questionar, investigar e resolver problemas: Reconstruindo cenários geológicos. *Investigações em Ensino de Ciências*, 17(3), 709-720.



*F i m*